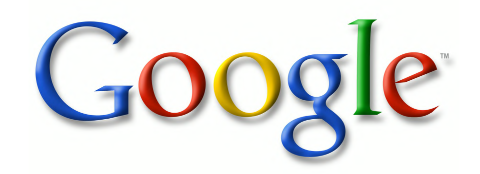

Google

Duparc, L.
Recherches géologiques et pétrograph-
iques sur l'Oural du nord ...

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
VOLUME 34. FASCICULE 2.

RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET PÉTROGRAPHIQUES

SUR

L'OURAL DU NORD

DANS LA

RASTESSKAYA ET KIZELOWSKAYA-DATCHA

(GOUVERNEMENT DE PERM)

PAR

Louis DUPARC
Professeur à l'Université de Genève

ET

Francis PEARCE
Docteur ès-sciences.
Assistant du Laboratoire de minéralogie de l'Université.

PREMIÈRE PARTIE

Avec 30 figures, 1 carte, 3 planches et 16 clichés dans le texte.

PRÉFACE

En l'année 1900, le prince Abamelek-Lazarew m'a proposé d'entreprendre une série de recherches géologiques sur ses vastes propriétés de la Rastesskaya et de la Kizelowskaya Datcha, dans l'Oural du Nord. Je fis à cette époque, en compagnie de M. F. Pearce mon assistant et de Mme Tikanowitch qui voulut bien nous servir d'interprète, une première campagne qui dura deux mois, pendant laquelle nous avons principalement exploré le massif du Koswinsky et ses contreforts naturels, ainsi que la région des sources des rivières Kyria et Koswa.

L'an dernier, je suis retourné dans la contrée pour y continuer mes recherches, accompagné cette fois par M. H. Parent, un de mes élèves, et par Mme Tikanowitch. Favorisés par le beau temps, si rare dans ces parages, j'ai pu

Pour atténuer ces inconvénients, nous avons, dans la mesure du possible, multiplié nos déterminations des cotes de certains points pris par nous comme base, et nous avons chaque jour déterminé les pressions au départ et à l'arrivée, en notant les variations du temps qui s'étaient produites durant le jour. La base choisie en 1900 était différente de celle prise en 1901; en calculant cependant les hauteurs de certains points mesurés au cours des deux campagnes à partir de ces deux bases, nous avons obtenu des résultats sensiblement concordants, ce qui est une vérification. Nous avons résumé en un tableau général les principales cotes relevées d'après les pressions, et mis en regard la hauteur réelle après les corrections apportées.

La partie pétrographique de ce travail a été traitée avec un grand soin; le nombre des coupes examinées a été considérable et sur chacune les propriétés optiques des minéraux constitutifs ont été déterminées complètement, de façon à permettre des comparaisons et des généralisations. Les constantes optiques de plusieurs de ces minéraux ont été mesurées spécialement avec une grande exactitude, les indices de réfractions notamment au moyen d'un réfractomètre de Wallerant modifié légèrement par nous, qui assure la troisième décimale dans tous les cas; l'angle des axes optiques a été déterminé soit directement par l'appareil ordinaire, soit au moyen de la méthode réticulaire de Mallard. Comme nous nous sommes attachés à examiner les variations d'un même minéral dans une même roche, nous avons toujours, quand faire se pouvait, mesuré les indices sur des coupes orientées, dont l'une permettait également la mesure de l'angle des axes optiques.

Comme contrôle des indices, nous avons mesuré indépendamment bon nombre de biréfringences par le comparateur, ou le compensateur de Babinet.

Les feldspaths de nos différentes roches ont été déterminés par des méthodes multiples qui se contrôlaient mutuellement. Pour l'intelligence de la partie descriptive, nous indiquerons la signification des abréviations adoptées. Nous appellerons Sn_g, Sn_p, Sn_m, S A et S B, les sections perpendiculaires aux trois indices principaux et aux deux axes optiques; les màcles de l'albite, de Karlsbad, et de la péricline sont désignées par Ab, K et P; les notations des individus màclés simultanément selon l'albite et Karlsbad est celle adoptée par M. Michel-Lévy[1]; dans le cas de feldspaths zonés, E désigne l'éclairement commun, les différentes zones sont notées par les lettres a. b. c. d., etc., a. est toujours l'individu central. Nous avons utilisé pour les déterminations les courbes et épures de M. Michel-Lévy[2]; le tableau de

[1] MICHEL-LÉVY. *Etudes sur la détermination des feldspaths*, Paris. 1894.
[2] MICHEL-LÉVY. *id.* » » deuxième fascicule, Paris, 1896.

BIBLIOGRAPHIE

La liste des travaux qui concernent de près ou de loin la région étudiée a été donnée jusqu'en 1888 par M. Krotow : nous n'y reviendrons pas et ne donnerons la liste bibliographique qu'à partir de l'année en question, en y ajoutant quelques ouvrages qui, sans se rapporter à la contrée même que nous avons parcourue, seront cependant plusieurs fois cités au cours de ce travail.

Liste bibliographique.

1888 P. Krotow. *Geologische Forschungen am westlichem Ural-Abhange in den Gebieten von Tscherdyn und Solikamsk.* Mémoires du Comité géologique, Volume VI.

1889 A. Krasnopolsky. *Allgemeine geologische Karte von Russland.* Blatt 126. Perm Solikamks. *Geologische Untersuchungen am Westabhange des Urals.* Mémoires du Comité géologique, Volume XI, 1 et 2.

1891 A. Krasnopolsky. *Carte géologique générale de la Russie.* Feuille 126. Perm Solikamsk. *Notes explicatives à la carte géologique.*

1898 A. Saytzeff. *Die Platin-Lagerstätten am Ural.* Tomsk.

1898 G. Michaïlowsky. *Contributions pour la connaissance de la pétrographie de l'Oural du Nord.* (Rastesskaya et Kizelowskaya Datcha) (en russe exclusivement), Varsowie, 1898.

1900 F. Lœwinson-Lessing. *Geologische Skizze der Besitzung Jushno-Saosersk und des Berges Daneskin-Kamen.* Jurjew.

1901 L. Duparc. *Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord I.* Archives de Genève.

id. L. Duparc. *Deux mois d'exploration dans l'Oural* (Rastesskaya-Datcha). In *le Globe*, journal géographique de Genève.

id. L. Duparc et F. Pearce. *Sur la Koswite, une nouvelle pyroxénite de l'Oural.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc. de Paris, avril.

id. L. Duparc et F. Pearce. *Sur le gabbro à olivine du Koswinsky-Kamen.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc. de Paris, juin.

1901 L. DUPARC ET F. PEARCE. *Sur la dunite du Koswinsky-Kamen.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc., septembre 1901.

id. L. DUPARC. *Recherches géologiques sur l'Oural du Nord, II.*

1. *Géologie du bassin de la Koswa.*

2. Avec S. JERCHOFF. *Sur les plagiaplites filonniennes du Koswinsky.* Archives de Genève, 1902.

id. L. DUPARC. *Sur quelques roches filonniennes qui traversent la dunite massive du Koswinsky.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc., mars.

RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET PÉTROGRAPHIQUES

SUR

L'OURAL DU NORD

DANS LA

RASTESSKAYA ET KIZELOWSKAYA-DATCHA

(GOUVERNEMENT DE PERM)

PAR

Louis DUPARC
Professeur à l'Université de Genève

ET

Francis PEARCE
Docteur ès sciences
Assistant au Laboratoire de minéralogie de l'Université

PREMIÈRE PARTIE

Avec 30 figures, 1 carte, 3 planches et 16 clichés dans le texte.

GENÈVE
IMPRIMERIE W. KÜNDIG & FILS, RUE DU VIEUX-COLLÈGE, 4
1902

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
VOLUME 34. FASCICULE 2.

RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET PÉTROGRAPHIQUES

SUR

L'OURAL DU NORD

DANS LA

RASTESSKAYA ET KIZELOWSKAYA-DATCHA

(GOUVERNEMENT DE PERM)

PAR

Louis DUPARC
Professeur à l'Université de Genève

ET

Francis PEARCE
Docteur ès-sciences.
Assistant du Laboratoire de minéralogie de l'Université.

PREMIÈRE PARTIE

Avec 30 figures, 1 carte, 3 planches et 16 clichés dans le texte.

PRÉFACE

En l'année 1900, le prince Abamelek-Lazarew m'a proposé d'entreprendre une série de recherches géologiques sur ses vastes propriétés de la Rastesskaya et de la Kizelowskaya Datcha, dans l'Oural du Nord. Je fis à cette époque, en compagnie de M. F. Pearce mon assistant et de M[me] Tikanowitch qui voulut bien nous servir d'interprète, une première campagne qui dura deux mois, pendant laquelle nous avons principalement exploré le massif du Koswinsky et ses contreforts naturels, ainsi que la région des sources des rivières Kyria et Koswa.

L'an dernier, je suis retourné dans la contrée pour y continuer mes recherches, accompagné cette fois par M. H. Parent, un de mes élèves, et par M[me] Tikanowitch. Favorisés par le beau temps, si rare dans ces parages, j'ai pu

terminer mes recherches sur le Koswinsky, puis explorer complètement deux autres montagnes, celle du Katéchersky et du Tilaï, que nous n'avions qu'entrevues l'an précédent; j'ai également parcouru la région située entre les rivières Tépil et Tilaï, ainsi que les montagnes qui encaissent la rive droite de la Koswa jusqu'à Troïtsk; mes recherches sur cette partie de la contrée s'achèveront sans doute cette année.

Les résultats des différents travaux auxquels nous nous sommes livrés aussi bien sur le terrain que dans le laboratoire, feront l'objet de deux mémoires, dont le premier, qui parait aujourd'hui, contient, en dehors des généralités sur la région, la monographie des montagnes du Koswinsky et du Katéchersky. M. F. Pearce m'ayant assisté lors de ma première expédition, j'ai cru devoir l'associer à la publication de ce premier mémoire. Notre collaboration a été établie sur les bases suivantes: Les recherches sur le terrain sont en partie l'œuvre de MM. L. Duparc et F. Pearce, en partie celle de M. L. Duparc seul. L'étude microscopique et la détermination pétrographique des différentes roches rencontrées, la partie chimique du travail ainsi que la rédaction, ont été faites par M. L. Duparc, la mesure des indices de réfraction et de l'angle des axes optiques des divers minéraux de nos roches est l'œuvre de M. F. Pearce.

En terminant cette préface, je tiens à remercier sincèrement mes compagnons de voyage qui ont partagé avec moi les hasards d'une existence que le climat du pays rendait souvent pénible; puis je saisis cette occasion pour témoigner toute ma gratitude à M. Grammatchikow, ingénieur des mines, directeur des usines de Kizel, qui m'a facilité considérablement le travail en mettant obligeamment à ma disposition tous les moyens et le personnel nécessaires.

Genève, juin 1902.

L. Duparc, prof.

DIVISION DU TRAVAIL ET INDICATIONS GÉNÉRALES

Nous avons divisé ce mémoire en trois parties :

La *première partie* comprend la description géophysique de la contrée parcourue, nécessaire pour pouvoir suivre l'étude géologique que nous en avons faite. Nous avons joint à l'examen de l'orographie et de l'hydrographie un rapide aperçu des conditions générales du pays, de la faune, de la flore, des populations, estimant que la connaissance de ces conditions est indispensable pour quiconque voudrait entreprendre des recherches analogues.

La *seconde partie* traite de la géographie, de la géologie, et de la pétrographie de la montagne du Koswinsky.

La *troisième partie* est consacrée à la description de la petite montagne du Katéchersky, ainsi qu'à l'étude des roches qu'on y rencontre.

Pour suivre ces différentes descriptions, on consultera avec avantage la feuille 126 de la carte au 1 : 420,000 de la Russie publiée par le Comité géologique, qui comprend une faible partie de la région parcourue ; ou mieux encore la carte des districts de Solikamsk et Tscherdyn, publiée en 1888 par le même comité, et coloriée géologiquement par Krotow. Malheureusement le relief n'est point figuré sur ces différentes cartes, et souvent leur exactitude est bien problématique. Nous avons cherché dans cet ouvrage à combler les lacunes que présente la carte générale, par des descriptions aussi précises que possible, jointes à des esquisses et des photographies qui donnent une idée plus exacte de la topographie. Pour le Koswinsky et les régions limitrophes, nous avons levé un croquis topographique sur le canevas de la carte, en nous servant pour cela de vues prises de divers points ; ce croquis n'a aucune prétention à l'exactitude, il donne seulement la disposition générale du relief de la contrée et permet de s'orienter aisément, ce qui auparavant n'était pas aisé vu la difficulté d'accès des points élevés et la rareté d'un ciel sans nuages.

Au cours de nos différentes excursions, nous avons relevé une foule de cotes barométriques au moyen d'un anéroïde de Goldschmidt vérifié par nous ; la variabilité du temps et le manque d'un baromètre à mercure comme témoin dans une station déterminée, auraient rendu nos déterminations bien illusoires, surtout dans un pays où une dénivellation de deux cents mètres est fort importante pour le relief.

Pour atténuer ces inconvénients, nous avons, dans la mesure du possible, multiplié nos déterminations des cotes de certains points pris par nous comme base, et nous avons chaque jour déterminé les pressions au départ et à l'arrivée, en notant les variations du temps qui s'étaient produites durant le jour. La base choisie en 1900 était différente de celle prise en 1901 ; en calculant cependant les hauteurs de certains points mesurés au cours des deux campagnes à partir de ces deux bases, nous avons obtenu des résultats sensiblement concordants, ce qui est une vérification. Nous avons résumé en un tableau général les principales cotes relevées d'après les pressions, et mis en regard la hauteur réelle après les corrections apportées.

La partie pétrographique de ce travail a été traitée avec un grand soin; le nombre des coupes examinées a été considérable et sur chacune les propriétés optiques des minéraux constitutifs ont été déterminées complètement, de façon à permettre des comparaisons et des généralisations. Les constantes optiques de plusieurs de ces minéraux ont été mesurées spécialement avec une grande exactitude, les indices de réfractions notamment au moyen d'un réfractomètre de Wallerant modifié légèrement par nous, qui assure la troisième décimale dans tous les cas; l'angle des axes optiques a été déterminé soit directement par l'appareil ordinaire, soit au moyen de la méthode réticulaire de Mallard. Comme nous nous sommes attachés à examiner les variations d'un même minéral dans une même roche, nous avons toujours, quand faire se pouvait, mesuré les indices sur des coupes orientées, dont l'une permettait également la mesure de l'angle des axes optiques.

Comme contrôle des indices, nous avons mesuré indépendamment bon nombre de biréfringences par le comparateur, ou le compensateur de Babinet.

Les feldspaths de nos différentes roches ont été déterminés par des méthodes multiples qui se contrôlaient mutuellement. Pour l'intelligence de la partie descriptive, nous indiquerons la signification des abréviations adoptées. Nous appellerons Sn_g, Sn_p, Sn_m, S A et S B, les sections perpendiculaires aux trois indices principaux et aux deux axes optiques; les mâcles de l'albite, de Karlsbad, et de la péricline sont désignées par Ab, K et P; les notations des individus mâclés simultanément selon l'albite et Karlsbad est celle adoptée par M. Michel-Lévy[1]; dans le cas de feldspaths zonés, E désigne l'éclairement commun, les différentes zones sont notées par les lettres a. b. c. d., etc., a. est toujours l'individu central. Nous avons utilisé pour les déterminations les courbes et épures de M. Michel-Lévy[2]; le tableau de

[1] MICHEL-LÉVY. *Etudes sur la détermination des feldspaths*, Paris, 1894.

[2] MICHEL-LÉVY. *id.* » » deuxième fascicule, Paris, 1896.

M. Fouqué[1], nos[2-3] courbes établies pour la zone h^1 g^1, puis une série de projections stéréographiques dressées par nous pour l'utilisation de la mâcle de la péricline, et qui sont encore manuscrites. Les sections douteuses ont été passées au réfractomètre de Wallerant; nous avons aussi, quand faire se pouvait, utilisé la méthode de Becke; les valeurs $\triangle^1$ $\triangle^2$ ∂^1 ∂^2 sont prises dans le sens adopté par M. Michel-Lévy.

Les analyses publiées dans ce mémoire ont toujours été faites en double, la moyenne seule est indiquée; les méthodes suivantes ont été employées : Les bases ainsi que le silice ont été déterminés après attaque par le carbonate de soude; les alcalis dosés sur une prise désagrégée à l'acide fluorhydrique, le potassium a été déterminé par le platine métallique et jamais par le chloroplatinate. Le fer ferreux a été titré par le permanganate, après solubilisation de la substance dans l'acide fluorhydrique, en présence d'un courant d'anhydride carbonique; la perte au feu a été déterminée à la température du bec Téclu; les éléments rencontrés à l'état de traces n'ont pas été dosés. L'interprétation des résultats analytiques a été faite selon la méthode proposée par M. Lœwinson-Lessing[4], qui nous parait la plus pratique et qui a présenté l'avantage de nous permettre des comparaisons immédiates avec des types de roches plus ou moins analogues aux nôtres, provenant du Daneskin-Kamen, situé au Nord du Koswinsky, roches décrites récemment par l'auteur[5] en question.

Nous n'avons créé de nouvelles dénominations pour nos roches que lorsque cela était absolument nécessaire et avons utilisé autant que cela nous a été possible les noms déjà existants, en donnant les explications complémentaires que nous avons jugées utiles. Pour les quelques rares noms nouveaux que nous proposons, nous nous sommes conformés aux règles adoptées par le congrès de 1900.

[1] Fouqué. *Etudes sur les feldspaths.* Bulletin Soc. minéral de France, t. XVII.

[2] L. Duparc et F. Pearce. *Notes sur quelques applications des sections en zone,* etc. Archives de Genève, février 1897.

[3] F. Pearce et L. Duparc. *Sur quelques données optiques relatives à la mâcle de péricline.* Compte rendu de l'Académie des sciences, juillet 1901.

[4] Lœwinson-Lessing. *Studien über Eruptivgesteine.* Congrès géologique international de Petersburg, 1897.

[5] Lœwinson-Lessing. *Geologische Skizze der Besitzung Jushno-Saosersk und des Berges Daneskin-Kamen,* Dorpat, 1900.

BIBLIOGRAPHIE

La liste des travaux qui concernent de près ou de loin la région étudiée a été donnée jusqu'en 1888 par M. Krotow : nous n'y reviendrons pas et ne donnerons la liste bibliographique qu'à partir de l'année en question, en y ajoutant quelques ouvrages qui, sans se rapporter à la contrée même que nous avons parcourue, seront cependant plusieurs fois cités au cours de ce travail.

Liste bibliographique.

1888 P. Krotow. *Geologische Forschungen am westlichem Ural-Abhange in den Gebieten von Tscherdyn und Solikamsk.* Mémoires du Comité géologique, Volume VI.

1889 A. Krasnopolsky. *Allgemeine geologische Karte von Russland.* Blatt 126. Perm Solikamks. *Geologische Untersuchungen am Westabhange des Urals.* Mémoires du Comité géologique, Volume XI, 1 et 2.

1891 A. Krasnopolsky. *Carte géologique générale de la Russie.* Feuille 126. Perm Solikamsk. *Notes explicatives à la carte géologique.*

1898 A. Saytzeff. *Die Platin-Lagerstätten am Ural.* Tomsk.

1898 G. Michaïlowsky. *Contributions pour la connaissance de la pétrographie de l'Oural du Nord.* (Rastesskaya et Kizelowskaya Datcha) (en russe exclusivement), Varsowie, 1898.

1900 F. Lœwinson-Lessing. *Geologische Skizze der Besitzung Jushno-Saosersk und des Berges Daneskin-Kamen.* Jurjew.

1901 L. Duparc. *Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord I.* Archives de Genève.

id. L. Duparc. *Deux mois d'exploration dans l'Oural* (Rastesskaya-Datcha). In *le Globe*, journal géographique de Genève.

id. L. Duparc et F. Pearce. *Sur la Koswite, une nouvelle pyroxénite de l'Oural.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc. de Paris, avril.

id. L. Duparc et F. Pearce. *Sur le gabbro à olivine du Koswinsky-Kamen.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc. de Paris, juin.

1901 L. Duparc et F. Pearce. *Sur la dunite du Koswinsky-Kamen.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc., septembre 1901.

id. L. Duparc. *Recherches géologiques sur l'Oural du Nord, II.*

1. *Géologie du bassin de la Koswa.*

2. Avec S. Jerchoff. *Sur les plagiaplites filonniennes du Koswinsky.* Archives de Genève, 1902.

id. L. Duparc. *Sur quelques roches filonniennes qui traversent la dunite massive du Koswinsky.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc., mars.

BIBLIOGRAPHIE

La liste des travaux qui concernent de près ou de loin la région étudiée a été donnée jusqu'en 1888 par M. Krotow : nous n'y reviendrons pas et ne donnerons la liste bibliographique qu'à partir de l'année en question, en y ajoutant quelques ouvrages qui, sans se rapporter à la contrée même que nous avons parcourue, seront cependant plusieurs fois cités au cours de ce travail.

Liste bibliographique.

1888 P. Krotow. *Geologische Forschungen am westlichem Ural-Abhange in den Gebieten von Tscherdyn und Solikamsk.* Mémoires du Comité géologique, Volume VI.

1889 A. Krasnopolsky. *Allgemeine geologische Karte von Russland.* Blatt 126. Perm Solikamks. *Geologische Untersuchungen am Westabhange des Urals.* Mémoires du Comité géologique, Volume XI, 1 et 2.

1891 A. Krasnopolsky. *Carte géologique générale de la Russie.* Feuille 126. Perm Solikamsk. *Notes explicatives à la carte géologique.*

1898 A. Saytzeff. *Die Platin-Lagerstätten am Ural.* Tomsk.

1898 G. Michaïlowsky. *Contributions pour la connaissance de la pétrographie de l'Oural du Nord.* (Rastesskaya et Kizelowskaya Datcha) (en russe exclusivement), Varsowie, 1898.

1900 F. Lœwinson-Lessing. *Geologische Skizze der Besitzung Jushno-Saosersk und des Berges Daneskin-Kamen.* Jurjew.

1901 L. Duparc. *Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord I.* Archives de Genève.

id. L. Duparc. *Deux mois d'exploration dans l'Oural* (Rastesskaya-Datcha). In *le Globe,* journal géographique de Genève.

id. L. Duparc et F. Pearce. *Sur la Koswite, une nouvelle pyroxénite de l'Oural.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc. de Paris, avril.

id. L. Duparc et F. Pearce. *Sur le gabbro à olivine du Koswinsky-Kamen.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc. de Paris, juin.

1901 L. Duparc et F. Pearce. *Sur la dunite du Koswinsky-Kamen.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc., septembre 1901.

id. L. Duparc. *Recherches géologiques sur l'Oural du Nord. II.*

1. *Géologie du bassin de la Kosva.*

2. Avec S. Jerchoff. *Sur les plagiaplites filonniennes du Koswinsky.* Archives de Genève, 1902.

id. L. Duparc. *Sur quelques roches filonniennes qui traversent la dunite massive du Koswinsky.* Comptes rendus de l'Acad. des scienc., mars.



PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE I

Orographie générale.

§ 1. Situation géographique de la région étudiée. — § 2. Caractère général des chaines. — § 3. Les chaines occidentales entre la Kama et la Koswa. — § 4. La chaine de l'Aslianka-Dikar-Ostry. — § 5. La chaine du Koswinsky-Katéchersky-Tilaï. — § 6. La région comprise entre l'Aslianka et le Koswinsky. — § 7. Les montagnes situées à l'est de la ligne de partage. — § 8. Répartition des zones occupées par les principales formations.

§ 1. *Situation géographique de la région étudiée.*

La région que nous avons explorée est comprise entre le 26° et le 29° de longitude est du méridien de St-Pétersbourg, et le 59° et 60° de latitude nord. Elle fait déjà partie de l'Oural septentrional, et comprend tout le bassin supérieur de la rivière Koswa, tributaire important de la Kama. Elle appartient au district de Solikamsk, dans le gouvernement de Perm, sa limite orientale passe à quelques kilomètres à l'est de la ligne de partage des eaux asiatiques et européennes, elle est donc en majorité située sur le versant européen de la grande chaîne. Vers le nord, la zone explorée ne dépasse pas les sources de la rivière Tilaï, au sud, sa limite s'arrête un peu en aval du village de Troïtsk, à l'ouest enfin, elle coïncide plus ou moins avec le cours de la Koswa, entre les villages de Troïtsk et Verkh-Koswa.

Cette vaste contrée forme un rectangle allongé selon la direction NS, dont les côtés mesurent respectivement 60 et 30 kilomètres environ ; elle comprend toute la Rastesskaya Datcha dont le village de Rastess forme le centre administratif, puis vers l'est, une partie de la Semiwladitchewskaya et de la Pawdinskaya-Datcha, vers l'ouest et le sud enfin, une minime portion de la Kizelowskaya-Datcha. Elle appartient à la zone montagneuse des chaines centrales voisines de la ligne de

partage, et à l'exception de quelques rares sommets ou crêtes rocheuses, elle est couverte d'épaisses forêts.

§ 2. *Caractère général des chaines.*

La disposition orographique des chaines qui se succèdent de l'ouest à l'est, sur la région parcourue, est indispensable pour bien comprendre leur structure géologique. L'Oural, comme on le sait, forme une chaine dissymétrique composée, qui, envisagée sur toute son étendue, présente au point de vue topographique une uniformité remarquable. Tandis que le versant occidental est constitué par de nombreuses rides, plus ou moins parallèles, dont la hauteur généralement faible croît de l'Ouest vers l'Est pour atteindre son maximum à la ligne de partage ou plus souvent encore un peu à l'ouest de celle-ci; le versant oriental, par contre, se résume à quelques chaines qui ne sont parfois que de simples mouvements de terrain, et qui s'effacent rapidement pour faire place à une plaine, qui n'est point encore la Sibérie au sens géographique de ce mot, mais qui fait toujours partie de l'Oural aussi bien par les formations géologiques qu'on y rencontre, que par la disposition même qu'elles y affectent.

Tout le versant oriental paraît donc avoir été le siège d'une érosion considérable, bien plus intense que celle qui a attaqué le flanc occidental de cette chaine, et cependant l'existence de plis et de rides importants sur le versant sibérien est encore attestée par l'allure même des couches abrasées, recouvertes en maints endroits par les dépôts de la mer tertiaire.

Cette disposition curieuse est bien connue dans l'Oural du sud, elle a frappé les géologues qui, au congrès de 1897, visitèrent sous l'excellente direction de leurs collègues russes, la région située le long du chemin de fer transsibérien; la structure si particulière de la chaine, ressort clairement de l'examen du grand profil levé selon le 55° parallèle nord, d'Oufa à Tschélabinsk par les Taganaï et les Monts Ilmen.

Dans la contrée que nous avons étudiée, on retrouve trait pour trait les mêmes caractères, et un profil général levé de la Kama, entre Perm et Solikamsk, jusqu'à l'Oural sibérien, en passant par l'Aslianka et le Koswinsky, rappellerait beaucoup le précédent, à cette différence près cependant qu'ici, la ligne de partage coïnciderait en partie avec la ligne de faîte, tandis que dans l'Oural méridional elle est faiblement rejetée à l'est de celle-ci. Nous allons maintenant examiner avec plus de détails les différentes formes du terrain sur notre région.



Fig. 1. — Troïtsk et la montagne de Troïtsk, vue prise depuis la Koswa.
Aspect des montagnes situées sur la rive droite de la Koswa.



Fig. 2. — La montagne d'Osamka, prise depuis la berge de la Koswa.

§ 3. *Les chaînes occidentales entre la Kama et la Koswa.*

Généralement leur direction est nord-sud, ou nord-est sud-ouest, abstraction faite de quelques orientations locales. Depuis les rives de la Kama où les couches sont encore horizontales, jusqu'à celles de la Koswa, entre Troïtsk et Verkh-Koswa, les chaînes extérieures forment une série d'ondulations répétées, absolument analogues à celles que l'on trouve dans la région correspondante de l'Oural du sud. L'altitude en est peu considérable, elle dépasse rarement six cents mètres, et reste souvent fort au-dessous de cette limite, le pays vu à vol d'oiseau paraîtrait simplement vallonné, et ne produirait nullement l'impression d'une région montagneuse au sens du mot. Nulle part on ne rencontre de sommet ni même de crête rocheuse un peu continue, les formes topographiques sont molles et atténuées, les pentes faibles, et les profils de ces différentes rides sont peu accidentés.

L'aspect de la contrée rappelle singulièrement celui des régions soumises depuis longtemps à l'érosion, qui évoluent vers les pénéplaines. Les sillons compris entre ces différentes rides sont généralement marécageux et occupés par des petits cours d'eau tributaires de la Koswa ; toute la contrée d'ailleurs est couverte d'épaisses forêts, et le paysage reste d'une monotonie sans égale, comme on peut s'en convaincre dans le trajet de Troïtsk à Kizel pendant lequel on recoupe plusieurs de ces ondulations successives.

Dans le voisinage de la Koswa, les crêtes toujours boisées deviennent plus élevées, sans toutefois atteindre la limite de végétation ; elles forment les montagnes de Troïtsk, d'Osamka, de Boyarskaya, etc., sur les deux rives de la Koswa. De là, jusqu'à la ligne de partage des eaux européennes et asiatiques, les caractères généraux de la topographie changent par le fait de la présence de deux chaînes plus élevées que les crêtes dont il vient d'être question, et dont les dômes rocheux qui en forment les principaux sommets s'élèvent fort au-dessus de la limite de végétation. La première de ces chaînes, qui confine à la Koswa, est celle de l'Aslianka-Dikar-Ostry, la seconde, qui coïncide en partie avec la ligne de partage, est celle du Koswinsky-Katechersky-Tilaï.

§ 4. *La chaîne de l'Aslianka-Dikar-Ostry.*

Elle se distingue de loin déjà par son altitude comme aussi par sa remarquable continuité. Vue d'un point élevé, du Koswinsky par exemple, ou encore de la crête de Stschutschi, elle forme une barre rocheuse très étendue qui, sur une grande lon-

gueur, court parallèlement à la Koswa, notamment entre Troïtsk et Verkh-Koswa. Cette rivière, en amont de la dernière localité, coupe transversalement la dite chaîne, et durant plusieurs kilomètres, coule dans une large cluse. De cette chaîne, on voit se détacher une série de sommets dont les formes topographiques rappellent beaucoup celles qu'on observe dans les chaînes de quartzites de l'Oural du Sud (Taganaï Iremel, etc.)

Ce sont, soit des espèces de croupes rocheuses à large base, à pentes faibles, à sommets chauves et arrondis, formés généralement par l'entassement cahotique de blocs désagrégés sur place, soit encore des pyramides à sommet tronqué, dont les flancs et la surface sont couverts d'éboulis, mais qui, ci et là, présentent quelques belles dalles rocheuses. Nulle part on ne rencontre cependant de sommet élancé comparable à ceux des Alpes. Le point culminant de la chaîne est le « Grand Aslianka ; » situé à peu près vis-à-vis de Troïtsk sur la rive gauche de la Koswa; les autres sommets qui se succèdent du sud au nord sont : le Rastessky-Kamen, le Dikar, l'Ostry et le Tscherdynsky-Kamen qui vient à l'extrémité septentrionale de la chaîne, et qui s'élève comme une croupe pelée et aride au-dessus des crêtes boisées du voisinage.

Au delà du Tcherdinsky-Kamen, la chaîne cesse vers le nord; vers le sud, par contre, elle se continue fort au delà du grand Aslianka. Elle marque pour ainsi dire une séparation complète entre les chaînes extérieures et celles que nous appellerons internes, qui de là se succèdent vers l'est jusqu'à la ligne de partage.

§ 5. *La chaîne du Koswinsky-Katéchersky-Tilaï.*

Celle-ci est distante de quinze à vingt kilomètres environ de la précédente ; son aspect est bien différent quand on la regarde depuis l'ouest. Elle ne présente pas en effet le caractère de continuité de la chaîne de l'Aslianka, mais paraît formée par trois individualités distinctes, alignées sur un même axe et qui se succèdent du sud au nord. Le Koswinsky-Kamen, le plus méridional des trois massifs, s'élève comme une véritable coupole au-dessus d'une région considérablement plus basse qui l'environne et qui, comme telle, s'étend fort loin vers le sud. Il en résulte que la montagne produit de ce côté l'impression d'un môle complètement isolé, tandis que vers le nord elle se continue par l'intermédiaire du Katéchersky, dans la chaîne du Tilaï. Le Katéchersky, en effet, n'est qu'une crête moins élevée, orientée à peu près est-ouest, dont le point culminant, vu depuis ce côté, paraît former un petit « ballon, » isolé entre les deux autres massifs plus considérables.



Fig. 3. — Vue générale des chaînes situées entre le Koswinsky et l'Aslianka-Dikar-Ostry, prise du Koswi nsky.



Fig. 4. — La crête du Stschutschi, prise à une faible distance au sud du point culminant.

Le massif du Tilaï constitue une chaîne beaucoup plus étendue que le Koswinsky. Vue depuis l'ouest elle paraît très simple, et formée par une série de coupoles rocheuses alignées sur un axe dirigé à peu près NNE-SSO; l'aspect est donc assez différent de celui que présente le Koswinsky vu du même point, et cependant les deux montagnes gardent un air de famille. En effet, les parties rocheuses vues de loin, offrent la même coloration rougeâtre et la même disposition générale; avec une bonne jumelle on peut observer que partout le sol y est jonché de blocs parfois énormes, ce qui, joint à la forme spéciale de ces montagnes, ferait penser que l'on a devant soi une série d'anciens cônes démantelés. Cette impression est surtout produite par les deux sommets qui terminent la chaîne vers le sud et qui, à leur base, sont ravinés par les sources de Garewaïa; on penserait avoir devant soi deux cônes jumeaux. En réalité le Koswinsky, de même que le Tilaï, n'ont rien de volcanique, et ce n'est là qu'une simple analogie. Le Tilaï, d'ailleurs, est une chaîne plus complexe que ne le fait penser la vue de l'aspect de son flanc occidental, elle est en réalité bifurquée, et du flanc oriental de la branche située la plus à l'est, se détachent de nombreuses arêtes latérales.

La ligne de partage des eaux asiatiques et européennes ne coïncide que partiellement avec la crête de ces différentes montagnes; elle affecte une forme assez irrégulière et caractéristique. Au sud du Koswinsky, elle coïncide avec la région étendue et de faible élévation, où s'amorcent les sources de la rivière Kyria et de la Grande Koswa; elle se continue de là par une barre assez plate qui sépare les bassins de la Petite Koswa de celui de la rivière Kitlim, puis elle monte sur le flanc est du Koswinsky, et coïncide pendant un certain temps avec la crête de la montagne, pour s'abaisser ensuite au col qui sépare l'extrémité occidentale du Katéchersky du flanc nord du Koswinsky. De là elle passe un peu à l'ouest du sommet principal de ce dernier, descend sur le col qui sépare le Katéchersky du Tilaï, et remonte ensuite sur la crête de cette montagne qu'elle suit pendant un certain temps, puis subitement elle s'abaisse et se prolonge en une barre boisée très plate, qui se détache à mi-distance du flanc occidental de la chaîne. On voit donc que la ligne de partage est sinueuse, et que son altitude peut varier de 1400 à 400 ou 500 mètres.

§ 6. *La région comprise entre l'Aslianka et le Koswinsky.*

Entre les deux grandes chaînes que nous venons de décrire, le sol est formé par une série d'ondulations beaucoup moins accusées, représentées soit par les contreforts du Koswinsky, soit par des rides indépendantes. Le seul accident topographi-

que marqué est indiqué par une chaîne dirigée à peu près Nord-Sud, qui sépare sur sa totalité le cours de la rivière Tilaï de celui de la rivière Tépil. Cette chaîne, très continue est assez élevée, sa hauteur maxima ne dépasse cependant pas 900 à 1000 mètres; nous l'appellerons la crête du Stschutschi. Les profils successifs de celle-ci sont du nord au sud d'une grande uniformité, et montrent une sorte de croupe dont la largeur à la base mesure de huit à dix kilomètres, dont les pentes sont très douces et légèrement vallonnées, et qui se termine par une arête rocheuse faisant falaise vers l'ouest, tandis que du côté de l'est la pente est assez rapide.

Vers le sud, déjà à partir du confluent de Tépil, l'individualité de cette crête disparaît, elle vient en effet se souder au flanc occidental de la chaîne de l'Aslianka.

La crête du Stschutschi délimite deux grandes vallées; la première, à l'ouest, est celle occupée par la rivière Tépil, encaissée entre le flanc occidental de la crête du Stschutschi et le flanc oriental de la chaîne de l'Aslianka, ainsi que de celles qui, plus au nord, sont la continuation des rides formant la rive gauche de la Koswa. La seconde, à l'est, est comprise entre le flanc oriental du Stschutschi et le flanc occidental du Tilaï-Katéchersky, c'est une large dépression dans laquelle coule non seulement la rivière Tilaï, mais encore ses divers affluents.

§ 7. *Les montagnes situées à l'est de la ligne de partage.*

A l'est de la chaîne du Koswinsky-Katéchersky-Tilaï, en vient une seconde, très continue, très étendue aussi, dont l'aspect rappelle absolument celui du Tilaï; nous l'appellerons chaîne du Kalpak-Soukogorsky. Une quinzaine de kilomètres environ la séparent de la précédente, la région comprise entre les deux chaînes forme une grande dépression boisée dans laquelle le sol présente quelques petites ondulations sous forme de crêtes de faible élévation, comme le Kitlimsky-Ouwal par exemple. A l'est de la chaîne du Kalpak-Soukogorsky que nous appellerons la chaîne limite, le terrain ondule encore quelque peu, puis vient alors la plaine boisée couverte de petits lacs, qui s'étend vers la direction de Bogoslowsk.

§ 8. *Répartition des zones occupées par les principales formations.*

L'explication des particularités de la topographie indiquée, se retrouve dans la connaissance de la géologie de la contrée, et sans entrer pour le moment dans le dé-

tail, nous esquisserons sommairement la répartition des principales formations géologiques distribuées dans la région parcourue.

Depuis la Koswa, entre Troïtsk et Verkh-Koswa par exemple, en cheminant de l'ouest vers l'est on croise successivement les zones suivantes :

1. Première zone de dévonien inférieur.

Elle est développée sur les deux rives de la Koswa, mais surtout à l'ouest de la rive droite de la rivière ; sa largeur dépasse une vingtaine de kilomètres. On y rencontre des conglomérats quartzeux à petits éléments, des quartzites, des schistes argileux, puis en de nombreux endroits des pénétrations de roches éruptives basiques appartenant au groupe des gabbros, ou encore de roches acides représentées par des granit-porphyres. Ces deux types de roches métamorphosent les schistes encaissants.

2. Zone des quartzites et conglomérats recristallisés.

Elle est formée par une large bande de roches quartzeuses détritiques, en partie recristallisées, comprenant des conglomérats à cailloux de quartz et des quartzites plus ou moins micacés, passant fréquemment aux schistes cristallins métamorphiques. Cette bande s'amincit vers le nord, et se termine à 20 kilom. environ du confluent du Tépil, c'est elle qui forme la longue chaîne de l'Aslianka-Dikar-Ostry; les quartzites y sont d'âge indéterminé, en tout cas plus ancien que le dévonien inférieur.

3. Deuxième zone de dévonien inférieur, avec dévonien moyen.

Nous l'appellerons zone de Tépil, le cours de cette rivière étant entièrement encaissé dans cette formation. Elle est représentée par une bande de dévonien moyen, flanqué de dévonien inférieur, qui, vers le nord, se termine aux sources même de Tépil en s'unissant à la première zone dévonienne indiquée; la crête du Stschutschi appartient à cette zone.

4. Zone des schistes cristallins métamorphiques.

Elle suit la précédente vers l'est, les schistes cristallins qui la constituent sont nettement d'origine détritique ; leur âge est également indéterminé par rapport au dévonien inférieur ; ils sont peut-être plus jeunes que les quartzites recristallisés, ou encore appartiennent à la même formation.

5. Zone des massifs éruptifs basiques.

Elle est représentée par une série de grosses boutonnières de roches éruptives

basiques de profondeur, accompagnées d'ailleurs de roches d'épanchement, et comprend les massifs du Koswinsky-Katéchersky-Tilaï ainsi que la grande chaine de Kalpak-Soukogorsky. Cette zone est donc intrusive dans la précédente.

CHAPITRE II

HYDROGRAPHIE.

§ 1. La Koswa depuis sa source jusqu'au confluent de Tépil. — § 2. La rivière Tilaï. — § 3. La rivière Kyria. — § 4. La rivière Tépil. — § 5. Les rapides de Touloum. — § 6. La Koswa entre Verkh-Koswa et Troïtsk.

§ 1. *La Koswa depuis sa source jusqu'au confluent de Tépil.*

La Koswa représente la grande artère du réseau hydrographique de la région; elle collecte les eaux d'un bassin dont la superficie est considérable; la longueur totale de son cours atteint 320 kilomètres environ. De même que la plupart de ses congénères les grands cours d'eau de l'Oural, elle prend sa source sur la ligne de partage des eaux asiatiques et européennes, dans une région tourbeuse et marécageuse située au cœur même des forêts. La ligne de partage forme en cet endroit une barre très large et très plate, qui, autant qu'il nous a été permis d'en juger d'après les cotes barométriques relevées, incertaines d'ailleurs vu le temps, ne doit pas dépasser 500 mètres. La Koswa n'est à l'origine qu'un simple ruisselet au cours lent et sinueux, qui d'ailleurs augmente assez rapidement de volume par l'apport d'affluents latéraux lesquels, jusqu'au confluent de Tilaï, se trouvent principalement sur la rive droite et proviennent du Koswinsky et de ses contreforts. Ces divers affluents parmi lesquels il faut compter la petite Koswa, sont peu considérables, leur largeur ne dépasse guère une dizaine de mètres, leur profondeur atteint rarement plus de 0,50 m. à 0,60 m., quant à la longueur de leur cours, elle peut varier de 4 à 15

kilomètres. Les eaux de ces premiers affluents comme aussi celles de la Koswa sont noirâtres, colorées par des matières ulmiques, ce qui est généralement le cas pour les rivières de l'Oural. Depuis sa source jusqu'au confluent de Tépil, le cours de la Koswa bien que subissant plusieurs changements de direction est orienté en moyenne SE-NO; il traverse la zone des schistes cristallins métamorphiques et celle du dévonien de Tépil. Dans cette première partie de son cours, la Koswa est tantôt encaissée entre des berges assez élevées, formées par la roche en place dont on observe de nombreux affleurements sur les deux rives (comme par exemple à l'embouchure de la petite Koswa, de Tzenkowka, de Kroutaïa, etc.); tantôt le lit est creusé dans d'anciennes alluvions qui en forment les rives immédiates. Celles-ci remplissent toujours un thalweg beaucoup plus large, comme on peut l'observer déjà à une faible distance des sources sur l'emplacement des anciens placers de la Koswa.

§ 2. *La rivière Tilaï.*

La rivière Tilaï forme le premier gros tributaire de la Koswa. Elle coule en moyenne du NNE vers le SSO et se réunit à celle-ci quelques verstes en aval du confluent de la rivière Kroutaïa. A son embouchure, la Tilaï est presque aussi importante que la Koswa et mesure certainement plus de trente mètres de largeur; la profondeur cependant est faible et généralement inférieure à un mètre aux eaux d'été du moins. La rivière Tilaï s'amorce également dans la zone des schistes cristallins, probablement sur la ligne de partage; son cours total mesure 40 kilomètres environ. Elle reçoit de nombreux affluents qui proviennent soit des massifs du Tilaï-Katéchersky, soit du flanc est de la crête du Stschutschi. Les principaux affluents que l'on croise de l'aval vers l'amont sont: Amoutachnaïa, Balchaïa, Priboïnaïa et Detkowa sur la rive droite, puis les deux Sosnowka, Logwinska, Garewaïa et Jewskaïa sur la rive gauche. Le cours de la rivière Tilaï ressemble beaucoup comme aspect à celui de la Koswa, les affluents présentent les mêmes caractères, à plusieurs reprises elle se bifurque et donne naissance à de petites îles. Les berges sont ou bien rocheuses, comme c'est le cas à l'embouchure de la petite Sosnowka, ou encore en amont du confluent de Logwinska sur la rive droite, etc., ou bien plates et formées par d'anciennes alluvions. Il faut noter qu'à partir du confluent de Logwinska jusqu'en amont de celui de Garéwaïa, le lit généralement si peu accidenté de la rivière est encombré de gros blocs paraissant formés par une roche en place; cette particularité ne se retrouve plus en amont.

§ 3. *La rivière Kyria.*

Elle forme le second gros tributaire de la Koswa, et prend sa source à une faible distance de celle de ladite rivière et dans la même région, légèrement plus au sud. Tout ce qui a été dit relativement au cours supérieur de la Koswa peut se répéter pour la rivière Kyria. La rivière coule d'abord en moyenne du SE vers le NO, puis coude assez brusquement, et coule presque du sud au nord ou mieux SSE-NNO, elle traverse tout d'abord la zone des schistes cristallins, puis suit un peu obliquement la direction de la seconde zone dévonienne. Vis-à-vis de Rastess la rivière est assez large, la pente n'est guère supérieure à celle de la Koswa; entre Rastess et Kyria en effet, la différence de niveau n'est que de 80 mètres à peu près pour une longueur de cours égale à 22 kilomètres environ. Les affluents de Kyria proviennent surtout du flanc est de la chaîne de l'Aslianka-Dikar-Ostry; ce sont de l'aval vers l'amont, les rivières Sukaïa-Kyria, Oslianka, Kamenka, Senkina et Polkas sur la rive gauche, puis Amoutachnaïa et Gologuska sur la rive droite.

Entre le confluent de Tilaï et de Kyria, la Koswa coule sensiblement de l'est à 'ouest, de là jusqu'à l'embouchure de Tépil, elle coule du SE vers le NO.

§ 4. *La rivière Tépil.*

Celle-ci représente le plus important des affluents de la Koswa ; elle coule tout d'abord presque du sud au nord, puis du NE vers le SO ; la longueur totale de son cours atteint au moins 59 kilomètres.

La rivière Tépil naît de l'union de deux cours d'eau distincts, le premier, appelé Soukhoï Tépil, coule du NO vers le SE, l'autre, appelé Pogwa, a l'orientation moyenne NE-SO ; ces deux premières sources sont séparées par une arête appelée Kozmer. En aval de la jonction des deux sources, la rivière coule tantôt entre des berges plates et marécageuses formées par d'anciennes alluvions, tantôt entre des berges rocheuses, assez rares d'ailleurs. Les anciennes alluvions sont en effet très développées sur toute l'étendue du cours du Tépil, mais principalement près de son embouchure. A cet endroit la rivière est très large et paraît même plus importante que la Koswa qui en aval du confluent change immédiatement de caractère. Les îles sont nombreuses sur Tépil et la rivière se bifurque à maintes reprises; elle reçoit également un grand nombre d'affluents latéraux qui, sur la rive gauche, pro-

viennent de la crête du Stschutschi, et sur la droite, dans la partie supérieure de son cours, des crêtes de la zône du dévonien inférieur de la Koswa, puis plus bas, du flanc est de l'extrémité septentrionale de la chaine du Dikar-Ostry.

§ 5. *Les rapides de Touloum.*

C'est un peu en aval du confluent de la rivière Tépil que commencent les rapides de Touloum. La Koswa entaille tout d'abord perpendiculairement la chaine de l'Aslianka entre le Dikar et l'Ostry, puis coule ensuite vers le sud-ouest jusqu'à Verkh-Koswa. La grande cluse ainsi formée mesure 17 kilomètres environ, de sa naissance à son extrémité. Sur la rive gauche, la Koswa est encaissée par de hautes parois rocheuses couvertes de sapins, elles sont formées par les quartzites et les conglomérats cristallins; sur la rive droite, cette même falaise se retrouve à une distance assez considérable du cours actuel de la rivière. Les rapides sont formés par de gros blocs de quartzites et de conglomérats qui encombrent le lit de la Koswa en cet endroit; de l'amont vers l'aval, on compte quatre séries successives de ces rapides. Les eaux d'habitude si tranquilles de la rivière mugissent et écument en se brisant contre ces quartiers de rocher et la brusque augmentation de la pente accusée dès l'origine de la cluse accélère la rapidité du courant. Aux rapides même, la profondeur du lit est en moyenne plus considérable qu'en aval ou qu'en amont, l'aspect de ces rapides varie d'ailleurs considérablement suivant l'état des eaux. Après la quatrième ligne, la Koswa sans cesser d'avoir un cours accéléré, est cependant moins torrentueuse, et déjà en amont de Verkh-Koswa, la rivière reprend son caractère habituel, son lit s'est toutefois considérablement élargi sans que sa profondeur devienne plus grande que d'habitude.

§ 6. *La Koswa entre Verkh-Koswa et Troïtsk.*

De Verkh-Koswa à Troïtsk, la Koswa a une direction moyenne NNE-SSO, elle décrit cependant quelques méandres importants parmi lesquels il faut citer tout particulièrement celui de la rivière entre les affluents appelés Touloumka et Siennaïa.

Les rives de la Koswa sont souvent dominées par des pentes assez rapides, toujours couvertes de forêts, pentes qui forment le soubassement des ondulations développées sur les deux rives de la Koswa, comme c'est le cas par exemple à la

montagne de Troïtsk et d'Osamka sur la rive droite, et la montagne appelée Boyarskïa sur la rive gauche. Par places cependant, la rivière coule sur ses anciennes alluvions qu'elle ravine, les berges sont alors plates et marécageuses. Les îles que l'on rencontre sur cette portion du cours de la Koswa sont nombreuses, il en est de même des affluents latéraux qui sont disposés en majorité sur la rive gauche, et proviennent principalement de la chaîne de l'Aslianka. Ces rivières sont plus nombreuses que la carte ne les figure, les principales que l'on rencontre de l'amont vers l'aval à partir de Verkh-Koswa sont, sur la rive gauche : Touloumka, Malinka et Balchaïa Boyarskaya, Chépoutchaïa, Malinka Oslianka, Storojevka, Balchaïa Oslianka, Vogoulka, Osamka, Lotowaïa et Soukaïa; sur la rive droite, Pachkowka, Siennaïa, Béresowka, Antonowka, Trichiamnaïa, Ariekowka et Rassolnaïa; en général les affluents de la rive gauche sont plus importants que ceux de la rive droite. En aval de Verkh-Koswa, non loin de l'endroit appelé Pagarielka où la forêt a été brûlée, l'on voit apparaître dans le lit de la Koswa quelques gros blocs de roches éruptives, qui forment en quelque sorte un petit touloum. Ce sont là les restes de l'un de ces pointements éruptifs si nombreux dans le dévonien des bords de la Koswa, c'est également à un pointement analogue que sont dus les grands pierriers que l'on voit à flanc de coteau sur les pentes assez escarpées qui dominent la Koswa entre Siennaïa et Bérésowka. Toute cette partie du cours de la Koswa est assez monotone, la rivière étant souvent encaissée entre des berges élevées qui masquent complètement l'horizon. La profondeur du lit reste toujours peu considérable, par contre la largeur augmente beaucoup ; à Troïtsk, elle atteint et dépasse certainement 120 mètres. La vitesse superficielle de l'eau varie naturellement selon les régions, mais elle n'est en moyenne pas très grande à l'époque des basses eaux ; quant au débit de la rivière à Troïtsk même, il varie également considérablement selon les époques, nous ne savons pas d'ailleurs qu'un jaugeage sérieux ait été fait en cet endroit.

De même que les autres rivières de l'Oural, la Koswa a un régime qui ne subit pas de grandes variations ; la période des hautes eaux coïncide avec celle de la fonte des neiges, le niveau du fleuve dépasse alors de plus d'un mètre celui de l'étiage, mais cet état de choses ne dure que quelques jours, et c'est là même un des gros obstacles à la navigation fluviale. En temps normal en effet, aux basses eaux d'été ou d'automne, la navigation sur la Koswa est impossible, seules de légères pirogues peuvent en remonter le cours et souvent encore le voyage est-il accidenté ; aux hautes eaux par contre, de grosses et lourdes barques peuvent flotter sur la Koswa de Troïtsk jusqu'à la Kama, mais la rapidité avec laquelle le niveau des eaux s'abaisse, a souvent comme conséquence de faire échouer ces barques qui ne peuvent reprendre l'eau



Fig 5. — Rives de la Koswa entre Troïtsk et Verkh-Koswa.



Fig. 6. — Rives de la Koswa entre Troïtsk et Verkh-Koswa.



Fig. 7. — La rivière Aslianka. Type d'un affluent latéral de la Koswa.



Fig. 8. — Le village de Verkh-Koswa, pris d'un point situé en aval. Dans le fond on remarque l'Ostry, un des derniers sommets de l'extrémité nord de la chaîne de l'Aslianka.

dans les mêmes conditions que l'année suivante. La période des eaux les plus basses coïncide en général avec la fin de l'été ou le commencement de l'automne, quelques jours de pluie continue se font à peine sentir sur le régime de la Koswa, ce qui provient évidemment du grand développement de la végétation sur la surface du sol qui forme le bassin de cette rivière.

CHAPITRE III

CONDITIONS GÉOGRAPHIQUES DE LA CONTRÉE.

§ 1. Notions générales sur le climat. — § 2. Végétation, flore, faune, etc. — § 3. Population, habitation, coutumes.

§ 1. *Notions générales sur le climat.*

Il est bien difficile de préciser les conditions climatologiques d'une région parcourue seulement pendant trois mois d'été, mais grâce à l'obligeance du directeur de la laverie de platine de Sosnowka qui a bien voulu prendre pendant l'année 1900-1901 quelques observations thermométriques, nous avons pu compléter les lacunes de nos propres déterminations. La température estivale dans la région étudiée est assez élevée, mais varie souvent très rapidement d'un jour à l'autre. Pendant le mois de juillet, à une altitude variant de 300 à 700 mètres, le thermomètre indique souvent une température diurne de 24 à 27° ; lorsque le temps est clair, ce qui est rare, il y a toujours un écart assez considérable entre le maximum du jour et le minimum de la nuit comme le montrent les quelques observations suivantes, faites à l'altitude de 800 mètres environ sur le Koswinsky-Kamen.

Jour.	Altitude.	Minimum de la nuit.	Max. du jour.
5 Août	800 m. environ	+ 10° C.	+ 23° C.
6 »	»	+ 10° »	+ 24° »
7 »	»	+ 14° »	+ 28° 1/2 C.
8 »	»	+ 12° »	+ 28° 1/2 »
9 »	»	+ 14° 1/2 C.	+ 27° C.
10 »	»	+ 12° 1/2 »	—

Sur les hauteurs, c'est-à-dire entre 1300 et 1500 mètres, il peut régner momentanément au gros de l'été, une température très basse; ainsi en 1901 pendant les premiers jours du mois d'août, il tomba beaucoup de neige sur la montagne de Tilaï, et au cours des nombreuses ascensions faites sur les divers sommets de celle-ci, on rencontrait de la neige déjà à partir de l'altitude 1300 mètres, au sommet principal, la température était assez basse pour que l'eau se congelât rapidement, cette neige d'ailleurs ne dura pas et se dissipa les jours suivants. Aux altitudes plus basses, déjà vers la fin du mois d'août la température s'abaisse sensiblement et peut pendant la nuit descendre au-dessous de zéro, tandis que le jour elle est à + 10 ou 11 par exemple, comme le montre le tableau suivant :

Jour.	Altitude.	Min. de la nuit.	Max. du jour.
1 Septembre	400 m. environ	— 5° C.	+ 11° C.
2 »	»	— 7° »	(manque)
3 »	»	— 4° 1/2 C.	»
4 »	»	— 4° C.	»

Vers le milieu de septembre, le thermomètre reste quelquefois à — 1 ou + 2 pendant toute la journée; ainsi du 19 au 23 septembre 1900, à Sosnowka, la température diurne oscilla entre — 1 et + 3. En automne, l'abaissement de la température se fait sentir très rapidement pour une faible augmentation de l'altitude ; ainsi lors de notre première excursion au Tilaï, entre le 12 et le 15 septembre, à l'altitude de 700 mètres déjà il tomba beaucoup de neige qui persista tandis que celle tombée à 400 m. disparut rapidement. Au sommet même du Tilaï il régnait le jour de notre ascension un froid si vif qu'il nous fut impossible d'y stationner un instant, et que les hommes qui nous accompagnaient refusèrent à mi-chemin de continuer l'ascension. Il doit y avoir d'ailleurs des variations assez grandes d'une année à l'autre dans la température moyenne du même mois; ainsi en 1901, pendant le mois de septembre, la température du jour fut en moyenne sensiblement plus élevée que celle observée en 1900 pour l'époque correspondante.

A partir du mois de septembre, la température décroît très rapidement et le gel survient. Toute la contrée se couvre bientôt d'un épais manteau de neige, et au gros de l'hiver le froid devient très considérable. Des températures relevées à la laverie de platine de Sosnowka en janvier et en février, ont atteint le chiffre de — 40°. L'hiver est long et très rude, des bourrasques de neige y alternent avec des périodes d'accalmie où le ciel se dépouille et le soleil brille. La fonte des neiges commence généralement au milieu d'avril ou les premiers jours de mai, les rivières s'enflent alors démesurément, et la Koswa roule un volume d'eau considérable. Les neiges fondent assez rapidement, même sur les hauteurs, ainsi au commencement de juillet, sur les points culminants de la contrée (Koswinsky-Kamen, Tilaïsky-Kamen, etc.) on ne trouve généralement plus de vieille neige, il est même probable que le départ complet de celle-ci se fait avant cette époque.

Pendant l'été, le climat est toujours excessivement humide, bien que cependant on observe des variations notables d'une année à l'autre. En 1900, lors de notre première campagne, il pleuvait en moyenne deux jours sur trois, il est vrai que les chutes de pluie n'étaient jamais très abondantes, mais par contre fort continues. En 1901, l'été fut relativement plus sec, du moins pendant les mois de juillet et d'août. Cette régularité dans les précipitations atmosphériques, jointe à l'état particulier du sol presque partout couvert d'une épaisse végétation, explique pourquoi les rivières n'ont pas des crues spontanées et très sensibles ; ainsi nous avons vu la Koswa en 1900 après une longue série de jours de pluie occuper un niveau qui n'était pas sensiblement plus élevé que celui que nous avons observé en 1901 à pareille époque, après une période relativement sèche ; la différence n'était appréciable que par une difficulté plus grande dans la navigation en pirogue.

§ 2. *Végétation, flore, faune, etc.*

Comme nous l'avons déjà dit, la contrée est tout entière couverte de forêts jusqu'à une altitude qui varie évidemment selon les versants, mais qui oscille entre 700 et 800 mètres environ. Le nombre des points qui dépassent cette altitude étant en somme restreint, il en résulte que toute la contrée n'est qu'une vaste forêt. En dehors des zones qui s'élèvent au-dessus de la ligne de la végétation forestière, les seuls points où les arbres font défaut, sont certaines parties très marécageuses situées dans la forêt, où les berges plates des cours d'eau ; dans ce dernier cas, l'absence de forêts est dûe à la main de l'homme, qui les a coupées pour créer une aire artificielle de maigres pâturages. La limite de la végétation arborescente est tou-

jours très nette, et comme tirée au cordeau; il n'existe, entre la forêt et le sol nu, aucune zone transitoire occupée par des espèces rabougries. Au-dessus de la limite des forêts, le sol est selon les cas ou bien recouvert d'une herbe drue très précieuse pour la nourriture du bétail (comme au Rastessky-Kamen par exemple), ou bien par une épaisse végétation de lichens faisant en quelque sorte un tapis feutré, ou encore il est formé par le roc nu.

Les forêts sont constituées par des essences assez variées, souvent cantonnées sur certains points. On y reconnait en abondance des pins, des sapins, des arolles, ces derniers sont d'ailleurs plus rares, certains d'entr'eux sont de dimensions colossales. Le bouleau est assez fréquent, mais il ne se rencontre que sur les bords des rivières, ou dans certaines petites clairières au cœur de la forêt. Parfois cependant, on trouve certaines régions (notamment sur la rivière Tépil), où le bouleau paraît être d'une abondance exceptionnelle, et l'emporte de beaucoup sur les autres essences. Ces régions sont toujours des portions plus ou moins vastes de la forêt de conifères, détruites par un de ces incendies si fréquents dans cette région. Le bouleau prend alors immédiatement possession du sol rasé par le feu, il prospère jusqu'au moment où les conifères, plus tardifs, se développent à leur tour pour le faire disparaître. Partout où il y a lutte entre les deux essences, elle se fait au profit des conifères, sauf toutefois dans les terrains marécageux. Dans la Rastesskaya-Datcha, les forêts sont encore vierges et n'ont jamais été exploitées pour les besoins de la métallurgie; aussi y rencontre-t-on des arbres souvent énormes. La densité de la végétation arborescente est si grande, et le nombre des arbres déracinés et abattus par les ouragans si considérable, que la marche à travers la forêt est rendue très difficile. Le sol en est souvent tourbeux et marécageux, couvert aussi d'un épais tapis de mousses et de lichens. Ces derniers offrent dans la contrée une grande variété, ils sont la plaie des forêts qu'ils détruisent parfois sur une grande étendue. N'étant point botanistes, il ne nous a pas été permis d'examiner la flore de la contrée, mais autant que nous en pouvons juger, elle nous a paru assez monotone et plus ou moins analogue à la flore alpine.

Pendant l'été, la Koswa et ses affluents se couvrent d'une véritable forêt de plantes aquatiques aux tiges rudes et coriaces, dont les larges feuilles s'élèvent à quelques centimètres au-dessus de l'eau qu'elles cachent souvent complètement; les plantes microscopiques, algues, diatomées, etc., sont également nombreuses, à en juger par quelques pêches que nous avons faites sur la Koswa ou sur la rivière Tilaï.

La faune est aussi très abondante; les forêts regorgent de gélinottes et de coqs de bruyère dont on lève des vols entiers; la bécasse se trouve également dans les



Fig. 9. — Le village de Verkh-Koswa, avec les « isbas » caractéristiques pour les villages de la contrée.



Fig. 10. — Le village de Rastess. Dans le fond, sur la droite, apparaît le Koswinsky. sur la gauche les deux sommets jumeaux du Tilaï.



Fig. 11. — Le village de Sosnowka.



Fig. 12. — Le village de Kyria, vue prise du chemin qui conduit aux anciens placers.

endroits marécageux. La perdrix des neiges vit par bandes nombreuses sur les montagnes dont l'altitude dépasse celle de la limite de la végétation, et c'est par centaines qu'on les voit s'ébattre sur la neige, elles se laissent approcher à la distance de quelques mètres ; la grive et la bécassine ne sont point rares non plus, nous les avons rencontrées principalement sur le côté asiatique de la ligne de partage des eaux. Les rapaces diurnes et nocturnes pullulent, et les espèces en sont variées, on trouve également plusieurs variétés de corneilles qui sont en certains endroits extraordinairement nombreuses. Le gros gibier est représenté d'abord par l'ours brun, que l'on trouve partout, aussi bien dans les régions relativement basses que sur les montagnes élevées. Il n'est en général pas chassé par les habitants du pays, faute de chiens dressés pour cela. Le cerf, et surtout l'élan, représentent le gibier le plus important. On les voit cependant rarement en été, et à cette époque leur chasse n'est guère avantageuse. On trouve aussi en abondance le renard, le lièvre, puis une espèce de chat sauvage.

Les rivières sont très poissonneuses, mais les espèces qu'on y rencontre n'y sont point variées. C'est presque toujours l'ombre-chevalier que l'on trouve partout, dans la rivière Tépil cependant le brochet est fréquemment pêché.

§ 3. *Population, habitation, coutumes.*

La population est très clairsemée, ce qui se comprend fort bien si l'on tient compte des difficultés de l'existence matérielle dans le pays. Les seuls centres habités sont les villages de Troïtsk, Verkh-Koswa, Kyria, Rastess et Sosnowka, la population d'ailleurs est représentée par deux éléments fort différents. Troïstk et Sosnowka, nés de la présence et de l'exploitation de richesses minérales, possèdent une population mixte, formée en partie par des autochtones venus des autres localités, en partie par des ouvriers, venus de points très différents de la Russie et de la Sibérie ; ces derniers rentrent dans leur pays au commencement de l'hiver ou bien restent pendant plusieurs années consécutives. Parmi cette population importée, on trouve nécessairement des types fort différents, depuis des Russes des divers gouvernements limitrophes de Perm, jusqu'à des Tartares et des Baskirs.

La population autochtone, celle des villages de Verkh-Koswa, Rastess et Kyria, est fort différente ; bien que russe d'origine, elle représente incontestablement le produit d'un mélange avec les anciennes populations aborigènes, notamment les Vogoules, qui ont été refoulés vers le nord, et ont complétement disparu dans la contrée. Le caractère de ces anciennes populations est encore fortement

empreint sur certains types; à ce point de vue le village de Kyria est très caractéristique, et la physionomie des habitants frappe au premier coup d'œil par son caractère franchement asiatique.

Les habitations que l'on trouve dans ces différents villages sont, en dehors des bâtiments de l'administration construits à Troïstk ou à Sosnowka, d'un type absolument uniforme ; elles sont faites en troncs de sapins, soigneusement équarris et ajustés. Chaque maison n'a qu'un seul étage élevé à quelques pieds au-dessus du sol, elle est divisée en deux parties symétriques par rapport à un couloir central très court servant d'entrée, ces deux parties forment en quelque sorte deux appartements distincts, composés chacun de deux chambres, séparées par une mince cloison. Un grand four qui sert à cuire le pain et les aliments, chauffe simultanément ces deux pièces dont la plus petite sert généralement de cuisine. Ces « isbas » sont en somme bien plus confortables que bon nombre de chalets alpins, chaque maison possède un immense hangar attenant, généralement clos de toutes parts, qui sert à la fois d'écurie, de réduit pour le fourrage, et d'entrepôt pour les instruments, (chars, traîneaux, etc.) Ces isbas sont parfaitement adaptées au climat si rude du pays, et abstraction faite de la vermine, qui les peuple souvent en abondance, ce sont d'excellentes habitations.

La vie que mènent les populations sédentaires perdues dans l'immense forêt qui couvre le pays, est loin d'être facile. La contrée, par la rudesse de son climat, est absolument impropre à la culture, et le rare bétail, chevaux, vaches, moutons, etc., que l'on trouve dans les villages, est souvent fort difficile à nourrir pendant l'hiver. Nulle part en effet il n'existe de prairies ; sur les rives de la Koswa ou de ses affluents, une mince bande de terrain qui longe la forêt, est couverte d'une herbe rare et mauvaise, que l'on fauche sur des kilomètres et sèche tant bien que mal quand le temps le permet. Cette herbe est mise en tas que l'on protège par des barrières, et constitue ainsi l'approvisionnement d'hiver; il faut aller la chercher à des distances souvent considérables du village. Sur les sommets peu élevés (950 à 1000 mètres) on trouve, comme nous l'avons vu, au-dessus de la limite de la végétation arborescente, quelques maigres prairies. Celles-ci, situées souvent à 6 ou 7 heures de marche du village, sont cependant une richesse pour les habitants, et à l'époque des fenaisons, le village entier s'y transporte, y campe, et durant quelques jours, il règne sur ces hauteurs une activité fébrile. A ce moment il serait inutile de songer à se procurer à prix d'argent un homme ou un cheval, la saison est courte, deux ou trois jours suffisent pour couper et sécher l'herbe, puis la mettre en tas, et les beaux jours sont rares. Les seules ressources de la population résident dans la chasse et dans la pêche. En été, la forêt regorge de gibier à plume, qui alimente alors posi-

tivement les habitants du pays. En hiver, c'est encore la chasse qui va leur procurer l'argent nécessaire pour acheter leur provision de farine ainsi que les denrées et les objets de première nécessité. Dès qu'apparaissent les premiers froids, de l'automne jusqu'au nouvel-an environ, les chasseurs battent les forêts et tuent par centaines des gélinottes. Ce gibier très estimé, peut être vu le froid expédié dans la Russie centrale ; chaque semaine il en part des cargaisons pour Perm. Le nouvel-an passé, c'est alors que commencent les grandes chasses à l'élan et au cerf, la peau et les cornes de ces animaux se vendent assez cher sur le marché de Perm ou de Solikamsk, et leur viande, salée, sert d'aliment pour le printemps et l'été. Deux ou trois chasseurs se réunissent d'habitude pour une campagne, et après avoir chargé sur un traîneau léger des provisions destinées à leur alimentation pour plusieurs mois, ils partent, montés sur leurs skis, en tirant après eux leur véhicule. Ils parcourent de la sorte des distances parfois énormes, et traversent fréquemment la ligne de partage pour aller jusqu'en Sibérie chercher la piste de quelque gros gibier. Celle-ci découverte, ils la suivent jusqu'à la rencontre de l'animal qu'ils pourchassent souvent des journées entières, jusqu'à ce que la bête, vaincue par l'homme et lasse de fatigue, se laisse approcher et tuer sans difficulté. L'animal est alors dépecé, sa dépouille enfouie pour être retrouvée ensuite, et la chasse continue.

Les rivières sont poissonneuses, et fournissent aussi un aliment abondant. Le poisson se prend au filet avec la plus grande facilité, et les gens du pays déploient beaucoup d'habileté dans cette pêche qui est d'ailleurs toujours fructueuse.

Les chasseurs de Rastess ou de Kyria passent souvent des mois entiers dans la forêt sans rentrer au logis ; les campements qu'ils utilisent pour la vie en plein air sont des plus pratiques et bien supérieurs aux tentes ou autres abris ordinaires. En été ou en automne, lorsque les froids ne sont point encore très vifs, on établit un campement comme suit : quatre jeunes troncs bifurqués sont coupés dans la forêt, plantés en terre, et alignés deux à deux sur deux droites parallèles distantes d'un mètre environ ; ils servent de support à deux poutrelles improvisées, sur lesquelles de part et d'autre on appuie des perches qui forment en quelque sorte la carcasse d'un toit composé de deux plans inclinés symétriques. On recouvre ces perches d'une toile goudronnée, ou à défaut de longues bandes d'écorce de bouleau maintenues en place par quelques lourdes pierres ; entre les deux plans inclinés servant d'abri, on allume un grand feu, qu'un homme de garde que l'on rechange entretient soigneusement en y jetant de grosses buches taillées à la longueur voulue, et dont on fait un gros approvisionnement pour la nuit. On répand alors sur le sol une épaisse couche de branches de sapin qui préserve de l'humidité, et l'on s'étend les pieds contre le feu. Un semblable campement est monté en quelques instants, il suffit pour 6 à

8 personnes, la fumée en éloigne les moustiques qui sont en été la plaie de ces régions, et l'humidité toujours considérable du sol n'est ainsi plus nuisible.. Par contre, lorsque le vent souffle, la fumée suffoque parfois, et bien souvent les brandons projetés du foyer tombent sur le dormeur, qu'une odeur de laine brûlée ne tarde pas à réveiller.

Lorsque surviennent les grands froids, le campement que nous venons d'indiquer n'est plus suffisant, car l'on se trouve trop éloigné du feu, et l'on ne saurait s'en rapprocher davantage sous peine d'être brûlé constamment par les tisons qui sont projetés du foyer surtout lorsque le bois employé comme combustible est du pin ou du bouleau, toujours fortement résineux.

On dispose alors le campement d'une façon toute différente : deux troncs de forte dimension sont coupés dans la forêt à la longueur de 8 mètres environ, l'un d'entre eux est excavé en forme de gouttière, dans laquelle s'emboite le second. Aux deux extrémités, ces troncs sont serrés entre deux pièces de bois plantées parallèlement dans le sol, on peut alors les rapprocher au moyen d'une corde. Grâce à ce dispositif, on peut écarter les deux troncs l'un de l'autre à la distance convenable. On soulève alors le tronc supérieur, et l'on introduit dans la gouttière des tisons ardents. La combustion commence alors, elle se fait sans flamme ni projections violentes, le bois fuse lentement en répandant une douce chaleur. On règle la combustion par un écartement convenable des deux troncs, puis on se couche parallèlement à ceux-ci, à quelques centimètres seulement du feu, en se protégeant contre la pluie ou la neige par des perches plantées obliquement dans le sol et recouvertes par des bandes d'écorce ; le tout forme un abri qui s'avance sur le dormeur. On peut avec ce campement supporter des froids très vifs sans inconvénient ; c'est le seul qui soit usité en hiver pendant les grandes chasses.

En dehors des moyens d'existence que leur procure la chasse, une partie des habitants de Rastess, Verkh-Koswa ou Kyria travaillent soit à Sosnowka sur les placers platinifères, soit à Troïstk ou même en d'autres localités beaucoup plus éloignées. En hiver notamment, ceux qui possèdent un ou plusieurs chevaux, partent volontiers pour travailler comme charretiers sur les placers de la Toura ; ils rentrent généralement chez eux au commencement du printemps, et travaillent toujours par intermittence.

§ 4. *Moyens de locomotion, communications, etc.*

Les moyens de communication dans la région que nous allons décrire, sont en général difficiles, et à ce point de vue la comparaison avec certaines régions industrielles et minières de l'Oural du sud ne serait guère possible. Les différents



Fig. 13. — Double campement d'été près de la rivière Kanjakowska (chaîne du Tilaï).



Fig. 14. — Autre campement simple, dans la forêt, sur la rivière Logwinska.



Fig. 15. — Campement aux sources de Garewaïa, le 7 septembre 1900, à l'altitude de 700 mètres environ.



Fig. 16. — Une halte dans la forêt, près des sources de Garewaïa.

villages dont nous avons parlé, communiquent entre eux par des sentiers à travers bois qui sont presque toujours d'un accès difficile. Comme la forêt est en maints endroits marécageuse, on jette sur les marécages des troncs de bouleaux ou de sapins, coupés à une longueur uniforme, et placés les uns à côté des autres; on forme de la sorte de véritables passerelles, qui se continuent souvent sur des kilomètres. Mais à la longue, le bois pourrit, et si le chemin n'est pas réparé constamment, la circulation devient alors très pénible, surtout après une période de pluie. Les chevaux, qui, en été, sont les seuls moyens de transport pour les marchandises et les denrées, sont heureusement bien dressés et ont le pied excessivement sûr. En dehors des sentiers indiqués il n'existe aucun chemin, et pour atteindre tel ou tel point, il faut se diriger soi-même et marcher souvent de longues journées en pleine forêt, ce qui demande beaucoup d'habitude et parfois de grands efforts, le sol étant presque toujours tourbeux ou marécageux, ou encore le chemin étant barré par des arbres abattus par le vent. Les hommes du pays s'orientent dans la forêt avec une grande facilité, cependant par le mauvais temps, il n'est pas rare de s'égarer pendant plusieurs heures, voire même pendant plusieurs jours. Le manque d'une bonne carte, joint à la difficulté d'accès de points suffisamment élevés offrant une vue générale de la contrée à vol d'oiseau, et aussi le fait que le ciel est presque toujours couvert, compliquent parfois beaucoup les itinéraires et la reconnaissance du pays.

Les cours d'eau permettent beaucoup plus facilement de pénétrer dans l'intérieur. On les remonte dans de longues pirogues, creusées dans de gigantesques troncs de sapins, et enduites de goudron. Celles-ci ressemblent à s'y méprendre aux embarcations des peuples lacustres, elles ont un petit tirant d'eau, et peuvent aisément flotter malgré la faible profondeur des rivières. Aux basses eaux cependant, cette navigation devient souvent difficile surtout dans la partie supérieure des cours d'eau : à chaque instant la pirogue s'échoue sur un banc de gravier, mais les bateliers qui la manœuvrent à la gaffe sautent rapidement à l'eau et soulèvent leur esquif à la force des bras pour le dégager ; on marche alors avec une grande lenteur. et si les eaux sont basses, il ne faut guère songer à remonter les affluents de la Koswa, la navigation étant déjà rendue difficile sur cette rivière entre Troïstk et Verkh-Koswa. Par les hautes eaux, au contraire, on peut aisément faire de 35 à 40 kilomètres par jour en remontant le cours des rivières ; chaque pirogue est manœuvrée par deux bateliers, un à l'avant, l'autre à l'arrière, qui sont en général très adroits et fort endurants. Pour descendre le cours des rivières, on laisse aller la pirogue au fil de l'eau, en la dirigeant au moyen d'une rame courte et plate qui rappelle la pagaye des insulaires.

En hiver, la circulation est beaucoup plus facile ; les sentiers sont couverts d'une épaisse couche de neige durcie, de même que les rivières qui gèlent dès les premiers froids. On chemine alors en traîneau, et avec de bons chevaux, on franchit en deux jours des distances qui, en été, en exigent cinq ou six. C'est en hiver que se fait la grande circulation et les échanges, et les habitants de Rastess, Kyria, etc., vont jusqu'à Solikamsk pour vendre leurs produits et acheter les denrées et objets qui leur sont nécessaires. C'est là notamment qu'ils font leur provision de farine pour l'année, et ils parcourent aisément en traîneau les quelque cent kilomètres qui séparent Rastess et Solikamsk.



Fig. 17. — Une pirogue et ses bateliers, sur la Koswa.



Fig. 18. — Navigation en pirogue sur la Koswa, entre Troïtsk et Verkh-Koswa.

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE IV

TOPOGRAPHIE DU KOSWINSKY-KAMEN.

§ 1. Le dôme central du Koswinsky. — § 2. Le Pharkowsky-Ouwal. — § 3. Le Sosnowsky-Ouwal. — § 4. Le Malinky-Ouwal. — § 5. Le Kroutoï-Ouwal. — § 6. La dépression de la rivière Tilaï. — § 7. La chaine du Kalpak-Soukogorsky, et le Kitlimsky-Ouwal. — § 8. La ligne de partage des eaux au Koswinsky. — § 9. L'éperon du Koswinsky.

§ 1. *Le dôme central du Koswinsky.*

La montagne du Koswinsky forme, nous l'avons vu, une espèce de môle isolé, qui, par son élévation, se distingue de fort loin. Sa forme est celle d'un polygone convexe allongé, dont les angles très ouverts sont produits par l'intersection des différents flancs de la montagne. Ceux-ci, à l'exception du flanc sud, sont d'ailleurs assez peu accusés ; il n'est pas rare en effet quand on chemine sur le Koswinsky de passer d'un flanc à l'autre sans s'en apercevoir, aucun accident topographique n'indiquant un changement de versant. La grande diagonale du polygone est à peu près orientée NS ou mieux NNE-SSO, elle coïndice donc sensiblement avec la direction générale des chaines de la région. L'aspect que présente le Koswinsky est assez différent selon le point d'où on le regarde. Vu par exemple depuis la chaine du Tilaï, il ressemble à une large pyramide, dont le sommet tronqué et arrondi paraît légèrement rejeté vers l'ouest. Par contre, lorsqu'on l'examine d'un point un peu éloigné situé aussi bien à l'est qu'à l'ouest de la montagne, depuis la laverie de Kitlim ou encore depuis le Rastesky-Kamen par exemple, le Koswinsky offre l'aspect d'une croupe rocheuse, dont la crête terminale assez courte par rapport à la dimension du grande axe de la base, est dirigée NNE-SSO et légèrement inclinée vers le sud. Le sommet principal est donc rejeté vers le nord, et forme l'origine de la crête indiquée ; sa hauteur a été mesurée à plusieurs reprises aussi bien en 1900

qu'en 1901 et généralement par le beau temps. Les chiffres obtenus ont varié entre 1490 et 1570 mètres, mais après corrections faites, cette hauteur ne dépasse certainement pas 1500 mètres, nous l'estimons exactement à 1490.

La déclivité des flancs en différents points de la montagne est assez variable; les flancs nord, nord-ouest, et nord-est, sont assez abrupts, la pente y est à peu près continue, et c'est à peine si elle diminue immédiatement sous le sommet principal. Sur les flancs est ou sudest, comme aussi sur le flanc occidental, on observe une disposition un peu différente qui est très caractéristique : la pente, de la base de la montagne jusqu'à la limite de la végétation est relativement faible, puis elle augmente alors brusquement, et dessine une côte rocheuse qui se continue jusqu'à l'altitude de 1300 mètres environ ; à partir de là, la pente diminue de nouveau considérablement jusqu'à la crête qui délimite les deux versants, et qui n'est alors plus qu'une arête à peine dessinée sur un dos d'âne relativement plat qui forme la partie culminante de la montagne. Cette disposition est donc très générale, elle s'observe sur un profil passant par la petite isba en ruine qui figure sur la carte, par le sommet, et de là par le flanc oriental jusqu'à l'une des sources de la rivière Kitlim. Au flanc sud, cette côte fait défaut, et la pente, plus faible qu'au flanc nord, est continue depuis la base de la montagne ; elle diminue cependant aux approches de l'extrémité méridionale de l'arête terminale qui délimite les deux versant de celle-ci.

Au Koswinsky, la limite de la végétation arborescente oscille selon les versants entre 700 et 800 mètres, elle s'abaisse naturellement au flanc nord. Au-dessus de cette limite, toute la surface de la montagne parait formée par l'entassement chaotique de blocs de dimensions variées, souvent énormes, presque toujours anguleux, généralement couverts de lichens ou d'une croûte d'oxydation rougeâtre. De distance en distance, on voit émerger parmi les blocs quelques pitons déchiquetés formés par la roche en place. Ces pitons sont rares sur la côte rapide dont nous avons parlé, mais au contraire assez fréquents au voisinage du sommet qui, lui-même, est formé par l'un d'entre eux plus élevé que les autres.

L'origine des blocs entassés qui forment la presque totalité de la surface du Koswinsky est la suivante : sur les pentes un peu rapides ces blocs sont des éboulis qui proviennent sans doute du démantèlement d'anciens pitons situés au-dessus, sur les pentes faibles, il résulte d'un morcellement *in situ* de la roche en place par les agents atmosphériques.



Fig. 19. — Le Koswinsky. Flanc ouest et nord-ouest, vu depuis le Sosnowsky-Ouwal.



Fig. 20. — Le Koswinsky. Flanc ouest, vu du Pharkowsky-Ouwal.



Fig. 21. — Arête du Pharkowsky-Ouwal, vue prise depuis le point culminant de l'arête.



Fig. 22. — Le Sosnowsky-Ouwal, vue prise depuis le village de Sosnowka.

§ 2. *Le Pharkowsky-Ouwal.*

Vers l'ouest, le dôme du Koswinsky est séparé du cours de la rivière Sosnowka par une arête relativement élevée, qui court à peu près NNO-SSE, nous l'avons appelée Pharkowsky-Ouwal. A l'exception d'une série de pitons rocheux alignés sur cette arête, celle-ci est complètement couverte de végétation; le plus élevé de ces pitons mesure environ 822 mètres. Entre le Koswinsky et le Pharkowsky-Ouwal, il existe une espèce de dépression dans laquelle une barre transversale large et aplatie, fait naître une ligne de partage. Celle-ci crée deux bassins distincts, le premier draîne les eaux du flanc occidental du Koswinsky au profit de la rivière Tilaï, le second, à celui de la Koswa.

§ 3. *Le Sosnowsky-Ouwal.*

Le Pharkowsky-Ouwal se prolonge vers le nord par une seconde arête de moindre élévation, boisée également, qui porte le nom de Sosnowsky-Ouwal. Cette arête, qui se termine à une faible distance du cours inférieur de la rivière Logwinska, sépare les lits et les embouchures des deux rivières Sosnowka du dôme central du Koswinsky. Le Sosnowsky-Ouwal n'est point absolument parallèle au Pharkowsky-Ouwal, il n'est pas davantage sur son prolongement immédiat, mais il se trouve très légèrement rejeté latéralement; sa hauteur atteint 720 m. Son orientation moyenne est approximativement NNE-SSO, sa direction forme donc avec celle de l'arête précédente un angle très obtus. Une faible dépression sépare l'extrémité nord du Pharkowsky-Ouwal de l'extrémité sud du Sosnowsky-Ouwal.

§ 4. *Le Malinky-Ouwal.*

Vers le sud, le Pharkowsky-Ouwal trouve sa continuation en une dernière arête toujours boisée, que nous avons appelée Malinky-Ouwal; elle en est séparée par une petite dépression dans laquelle s'amorce une des sources de la rivière Pharkowka. Cette arête se distingue très nettement depuis la laverie de platine de la petite Koswa, vers l'est, elle s'abaisse graduellement et se soude aux pentes du Koswinsky. Ces trois arêtes forment en quelque sorte une ceinture continue au flanc nord-ouest et sud-ouest du Koswinsky.

§ 5. *Le Kroutoï-Ouwal.*

A l'est du Pharkowsky-Ouwal et du Sosnowsky-Ouwal apparaît une nouvelle crête boisée qui encaisse la rive gauche de la grande Sosnowka; son élévation est un peu inférieure à celle de la première des deux arêtes précédentes, elle est, par contre assez longue, et se termine vers le nord à une faible distance du village de Sosnowka.

A l'est de cette arête, de là jusqu'au cours de la rivière Tilaï, le sol s'abaisse graduellement par des ondulations successives.

§ 6. *La dépression de la rivière Tilaï.*

L'extrémité nord et nord-ouest du Koswinsky, le Katéchersky et une partie de la chaîne du Tilaï, sont séparés de la rivière du même nom par une dépression boisée, sorte de grand plateau faiblement incliné sur lequel coule une série de rivières tributaires de la Tilaï. Cet abaissement continu du sol jusqu'à la rive gauche de la rivière Tilaï est très caractéristique; sur la rive droite, en effet, le sol remonte rapidement et par une série d'ondulations successives atteint une hauteur assez considérable dans la crête rocheuse continue du Stschutschi. L'extrémité septentrionale du Sosnowsky-Ouwal de même que la base des flancs ouest et nord-ouest du Koswinsky, se raccordent par des pentes douces avec la grande dépression indiquée.

§ 7. *La chaîne du Kalpak-Soukogorsky et le Kitlimsky-Ouwal.*

A l'est du Koswinsky comme aussi du Katéchersky et du Tilaïsky-Kamen, se trouve, comme nous l'avons vu, une longue chaîne relativement élevée, qui forme le dernier accident topographique important que l'on rencontre avant la plaine lacustre de l'Oural sibérien. Cette chaîne unique comprend une série de sommets aux formes variées, qui se nomment Kalpak, Sémitchellowietchesky, Tokaïsky et Soukogorsky; elle est entièrement située sur le sol sibérien et autant qu'on en peut juger depuis le Koswinsky, elle paraît orientée comme lui. Lorsqu'on examine cette chaîne depuis la laverie de Kitlim par exemple, elle semble constituée par plusieurs rides parallèles, les sommets du Tokaïsky et du Soukogorsky apparaissent en effet der-



Fig. 23. — Chaîne du Kalpak-Soukogorsky, prise depuis la laverie de platine de Kitlim. A droite le Kalpak, à gauche le commencement du Sémitchellowietchesky.



Fig. 24. — Continuation du Sémitchellowietchesky vers le nord. Vue prise de Kitlim.



rière ceux du Kalpak et du Sémitchellowietchesky, en réalité elle est bien unique, et cette disposition particulière résulte de la présence de contreforts latéraux qui se détachent des sommets principaux, et qui, vus obliquement, semblent former autant de crêtes parallèles. La chaîne du Kalpak-Soukogorsky est élevée, moins cependant que le Koswinsky, le Soukogorsky en est le point culminant. La hauteur du Kalpak, mesurée au 31 juillet 1901 par un beau temps, a été trouvée de 980 mètres; après corrections nous l'estimons à 1,026 mètres.

Entre le Koswinsky et la chaîne indiquée, il existe une vaste région couverte de superbes forêts, qui mesure à peu près de 15 à 20 kilomètres de largeur; c'est dans celle-ci que coule la rivière Kitlim et que se trouvent les placers exploités. Une longue crête boisée et basse, qui, autant qu'il nous a été permis d'en juger à distance, court sensiblement parallèlement au Koswinsky, s'élève dans l'espèce de dépression comprise entre celui-ci et la grande chaîne décrite précédemment. Cette crête vient se terminer vers le nord à une faible distance de l'exploitation de Kitlim. Nous l'avons appelée Kitlimsky-Ouwal; c'est sur celle-ci que s'appuie la ligne de partage des eaux asiatiques et européennes.

§ 8. *La ligne de partage des eaux au Koswinsky.*

Celle-ci débute d'abord par une barre transversale excessivement plate qui réunit le Kitlimsky-Ouwal au flanc oriental du Koswinsky. Elle s'y amorce par une arête rocheuse, faiblement accusée, qui délimite les flancs est et sud-est de cette montagne. Dès que le roc cesse pour faire place à la végétation, c'est alors que commence la barre dont il vient d'être question. Son orientation, autant qu'il est permis d'en juger à distance par un temps brumeux, est à peu près est-ouest ou légèrement inclinée par rapport à cette direction; de toutes façons elle n'est point perpendiculaire au flanc oriental du Koswinsky, mais fait avec lui un angle très obtus.

Le point culminant du Kitlimsky-Ouwal ne doit certainement pas dépasser 600 mètres. Cette hauteur a été déterminée le 18 septembre 1900 par la mesure de la pression barométrique, mais le mauvais temps qui régnait ce jour-là enlève toute précision à celle-ci; cette pression correspondait à une altitude de 640 mètres. Le Kitlimsky-Ouwal est d'ailleurs complètement boisé, nulle part le roc n'y est à nu; quant à la hauteur de la barre qui forme la ligne de partage, elle est fort inférieure à celle du Kitlimsky-Ouwal, comme nous avons pu nous en convaincre lors des excursions dans la région aussi bien en 1900 qu'en 1901. En effet, lorsqu'on se rend de Malinka-Koswa à Kitlim, on chemine pendant plus de 10 verstes dans la forêt

sans noter d'augmentation sensible dans l'altitude; la région, toujours très marécageuse, produit au contraire l'impression d'être presque plate. Au point où après avoir monté insensiblement, on passe du versant européen sur le versant asiatique de la ligne de partage, le baromètre indiquait le 29 juillet 1901 par un beau temps 450 mètres d'altitude, soit 45 mètres environ au-dessus de la cote du village de Malinka-Koswa prise le matin même. Après corrections, nous estimons cette hauteur à 405 mètres. Sur le versant asiatique, la pente jusqu'aux placers de Kitlim est également très faible, et la contrée reste toujours très marécageuse. A Kitlim, le soir de notre arrivée, le baromètre indiquait une hauteur de 310 mètres, ce qui est d'ailleurs conforme aux autres cotes déterminées les jours suivants, il y a donc une différence de niveau de 70 mètres environ entre les placers de la petite Koswa situés sur le versant européen et ceux de Kitlim situés sur le versant asiatique de la ligne de partage. Le rôle effacé que joue dans la topographie cette barre à peine perceptible formant la ligne de partage en cet endroit est digne de remarque, à première vue il paraît évident qu'elle a pu et pourrait encore se déplacer aisément sous des influences minimes, et que par conséquent la partie supérieure des bassins de Kitlim et de la petite Koswa a pu jadis être différente de ce qu'elle est aujourd'hui. Cette région est d'ailleurs fort peu connue vu l'étendue des marécages qui la rendent d'un accès difficile. Depuis la barre en question, la ligne de partage monte sur le Koswinsky, suit sa crête, puis s'abaisse ensuite sur son flanc nord et passe de là à l'ouest du sommet principal du Katéchersky.

§ 9. *L'éperon du Koswinsky.*

L'accident topographique le plus important que présente le Koswinsky, est un prolongement rocheux, sorte d'éperon relativement bas qui paraît terminer la montagne du côté du nord-est. Depuis les placers de Kitlim, cet éperon présente l'aspect d'une forte colline qui paraît soudée au Koswinsky, et qui, à l'exception de la crête, est couverte de végétation arborescente. Cette crête est rougeâtre, et se distingue de fort loin déjà par sa couleur de celle de la roche plus grise qui forme le Koswinsky. Cet éperon s'avance contre le Katéchersky, il se détache de l'extrémité nord du flanc oriental du Koswinsky, à l'endroit où il s'amorce il existe un petit col peu échancré.

La crête de cet éperon, de son origine jusqu'à la distance de 350 mètres environ, est orientée est-ouest; elle tourne ensuite, et sur une distance de 800 mètres environ, cette orientation devient nord-est sud-ouest; de là jusqu'à son extrémité,



Fig. 25. — Le Koswinsky. Flanc sud et sud-est, vu des marais de Malinka-Koswa.
Au premier plan le Malinky-Ouwal.



Fig. 26. — Le Koswinsky, vu de Kitlim. Flanc nord-est, est et sud-est. Sur la droite l'éperon du Koswinsky, sur la gauche la ligne de partage.

il se produisit un nouveau changement de direction et sur une longueur de 1100 mètres environ l'orientation est à peu près nord-sud; on voit donc que, grosso modo, en faisant abstraction de cette incurvation, on ne s'écarte pas beaucoup de la vérité en prenant le nord-est comme direction moyenne de l'éperon.

Sur la crête de celui-ci viennent se souder deux prolongements latéraux; le premier se détache à la cote 774 mètres environ, au moment où se produit le premier changement de direction, il mesure plus de 800 mètres de son origine à son extrémité, et son orientation est OON-EES. Le second naît au deuxième changement de direction de l'arête principale, il est orienté OOS-EEN, mesure plus de 1200 mètres de longueur, et se détache à la cote 738.

CHAPITRE V

HYDROGRAPHIE DU KOSWINSKY.

§ 1. Généralités sur les cours d'eau. — § 2. Les affluents de la Koswa. — § 3. Les affluents de la Tilaï. — § 4. Les affluents de la Kitlim.

§ 1. *Généralités sur les cours d'eau.*

Plusieurs rivières prennent leur source et coulent sur les flancs du Koswinsky ou de ses contreforts; elles sont toutes tributaires de la Koswa, de la Tilaï ou de la Kitlim. Ces différentes rivières ne se distinguent en rien des autres affluents de la Koswa; elles s'amorcent généralement sur des pentes boisées ou dans des replats marécageux de la forêt, non loin de la limite de la végétation. D'autres fois elles débutent sous forme d'une série de ruisselets dans la partie supérieure de ravins boisés presque toujours marécageux en cet endroit; rarement elles naissent sur les pentes rocheuses de la montagne, en y dessinant des sillons qui sont visibles dans la topographie.

Dans la région supérieure de leur cours, ces différentes rivières sont assez rapides, mais dès qu'elles quittent les pentes un peu fortes, elles coulent généralement dans un thalweg assez large creusé par le cours d'eau dans la roche en place à une époque bien antérieure. Ce thalweg est en partie remblayé par d'anciennes alluvions dans lesquelles la rivière actuelle a établi son lit. La largeur de ce thalweg par rapport à celle du lit contemporain est fort considérable, les berges qui en forment les deux rives sont parfois assez escarpées et élevées.

Les alluvions anciennes qui remplissent l'ancien lit sont assez épaisses (4 à 5 mètres). Généralement à leur surface elles sont couvertes par une couche de tourbe ou de terre végétale servant elle-même de substratum à des marécages. Ces régions plates et marécageuses qui s'étendent des deux rives du cours d'eau contemporain jusqu'au pied des berges de l'ancien thalweg sont souvent d'un accès difficile, ce qui complique beaucoup l'exploration du cours total de plusieurs de ces rivières. Le débit de ces divers cours d'eau est très variable, mais d'habitude petit. Rarement cependant le lit s'assèche pendant les fortes chaleurs de l'été.

§ 2. *Les affluents de la Koswa.*

Ce sont, en allant de l'amont vers l'aval, les rivières Malinka-Koswa, Pharkowka, Tzenkowka et Kroutaïa.

La rivière *Malinka-Koswa* est une de celles dont le cours est le plus considérable. Elle s'amorce à la base du flanc sud-est du Koswinsky, près de la ligne de partage, dans une région fort marécageuse, et coule en moyenne de l'est vers l'ouest en suivant sensiblement la base du flanc sud du Koswinsky et du Malinky-Ouwal. Sur toute l'étendue de son cours, les marécages sont très développés, principalement dans le voisinage de la laverie de platine, il faut les traverser lorsqu'on se rend de celle-ci au Koswinsky, et vus depuis le sommet de cette montagne, ils apparaissent comme une grande tache jaunâtre au milieu de la forêt. La petite Koswa reçoit plusieurs affluents qui ne figurent sur aucune carte, il en existe au moins deux sur la rive gauche et un sur la rive droite. Le plus important d'entre eux est représenté par la rivière Bérésowka dont le confluent se trouve à une faible distance du bâtiment de la laverie. La petite Koswa se jette dans la grande Koswa non loin de l'embouchure de Pharkowka, un peu en amont de l'extrémité nord du Soukhoï-Kamen. Les alluvions anciennes sont très développées le long du cours de la petite Koswa, leur épaisseur y varie beaucoup, en général elles sont couvertes d'une couche de tourbe de 0,80 à 1,20 m.

La *rivière Pharkowka,* dont le cours total mesure une dizaine de verstes environ, coule en moyenne du nord-est vers le sud-ouest ; elle prend naissance au flanc sud-ouest du Koswinsky, et passe par la dépression qui sépare le Pharkowsky du Malinky-Ouwal. La rivière elle-même est le résultat de la réunion de deux sources distinctes que l'on croise lorsqu'on va de Sosnowka à la petite Koswa. La pente générale du cours de la rivière est assez faible, le lit actuel est creusé dans d'anciennes alluvions dont la largeur atteint par places jusqu'à 100 mètres et l'épaisseur de 2 à 5.

La *rivière Tzenkowka* coule sensiblement parallèlement à la précédente, sur une pente assez rapide. Ce n'est qu'un simple ruisselet sans importance, dont le cours est très réduit. Son lit actuel est également creusé dans d'anciennes alluvions dont l'épaisseur et l'étendue ne sont point considérables.

La *rivière Kroutaïa* enfin est la première que l'on rencontre lorsque l'on remonte la Koswa en amont de son confluent avec Tilaï. Elle prend sa source sur le flanc occidental du Kroutoï-Ouwal, et coule à peu près du nord-est vers le sud-ouest ; elle forme comme la précédente un tributaire très peu important.

§ 3. *Les affluents de la Tilaï.*

Ce sont les rivières : Balchaïa et Malinka Sosnowka, puis la rivière Logwinska. La *Balchaïa Sosnowka* prend sa source au col qui sépare le Kroutoï-Ouwal de l'extrémité septentrionale du Pharkowsky-Ouwal, son cours total mesure 6 à 7 verstes au plus, elle coule du sud-est vers le nord-ouest. Aux sources, la pente est assez forte, mais elle diminue rapidement déjà en amont du village. La rivière Sosnowka coule d'abord parallèlement au Sosnowsky-Ouwal qui en forme la rive droite, puis elle s'en écarte à deux verstes environ de son embouchure. Elle reçoit deux affluents qui naissent et coulent entièrement sur le flanc occidental du dit Ouwal. Le premier de ces affluents se jette dans la Sosnowka un peu en amont du village, le second à quelques mètres en aval. La pente du lit de ces deux affluents est beaucoup plus forte que celle de la rivière, le sillon tracé par celle-ci est bien accusé dans la topographie du Sosnowsky-Ouwal. Les alluvions anciennes sont très développées le long du cours actuel de la grande Sosnowka qui fut certainement jadis une rivière beaucoup plus considérable qu'elle ne l'est aujourd'hui. L'épaisseur de ces alluvions anciennes dépasse rarement trois mètres, le lit actuel ne coïncide pas toujours avec l'axe de l'ancien lit.

La *Malinka-Sosnowka* est un petit ruisseau découvert récemment, qui se jette dans la Tilaï à une faible distance en amont de l'embouchure de la rivière précé-

dente dont elle est séparée par un pli de terrain; elle naît à une faible distance de la crête du Sosnowsky-Ouwal sur le flanc occidental de cette arête, et reçoit à quelques cents mètres de son embouchure un petit affluent qui lui aussi provient du Sosnowsky-Ouwal, mais s'amorce un peu plus au nord. Bien que la petite Sosnowka ne soit qu'un simple ruisselet elle coule également dans un ancien thalweg remblayé par des alluvions.

La *rivière Logwinska* était fort mal connue avant nos différentes expéditions. Sur la carte russe, elle est figurée comme étant unique, et venant du Katéchersky avec une orientation moyenne EEN-OOS, en réalité cette rivière est le produit de la réunion de trois cours d'eau distincts, qui prennent leur source en des points fort différents. La première de ces rivières que nous appellerons Logwinska-Sosnowsky, prend sa source au flanc oriental du Sosnowsky-Ouwal et coule sensiblement parallèlement à cette arête. La seconde s'amorce au flanc nord-ouest du Koswinsky, elle reçoit les eaux qui proviennent de la dépression située entre le Koswinsky et le Katéchersky sur le versant occidental de la barre qui réunit ces deux montagnes, et forme comme nous l'avons vu la ligne de partage; elle coule de l'est vers l'ouest, et se réunit à la première à trois verstes environ du confluent de Logwinska Koswinsky-Katéchersky, la totalité de son cours est située sur le grand plateau faiblement incliné dont il a été parlé précédemment. La troisième rivière coule du nord-est vers le sud-ouest, elle naît dans la dépression située entre le Katéchersky et le Tilaï et se réunit à la Logwinska, produit de l'union des deux précédentes, à 2 verstes environ en aval de leur confluent. La Logwinska proprement dite a donc un cours très restreint, qui comprend la région située entre son embouchure et le confluent de Logwinska-Katéchersky-Tilaï; si nous n'avions pas remonté individuellement le cours de chacun de ces trois affluents jusqu'à leur source rien ne nous aurait permis de supposer leur présence. En effet, depuis un point élevé, le sommet du Koswinsky par exemple, il est impossible de voir le tracé du cours de ces rivières au milieu de l'épaisse forêt qui couvre la contrée, surtout lorsque celles-ci sont petites. Pour les artères plus grandes, le tracé en est simplement jalonné par des bouleaux dont la couleur plus claire tranche à distance sur le fond sombre formé par les pins et les sapins de la forêt. Les marécages sont aussi fort abondants le long du cours du Logwinska et de ses affluents, ce fait en rend l'exploration assez difficile. L'ancien lit est parfois assez large et recouvert d'une couche d'alluvions qui mesure par place de 2 à 4 mètres.

§ 4. *Les affluents de la Kitlim.*

Celle-ci provient du versant asiatique du Koswinsky, et bien que son cours n'ait point été poursuivi au delà des placers, il est évident qu'elle doit se jeter dans la Logwa. Nos recherches ont montré qu'elle comportait plusieurs sources distinctes complètement inconnues jusqu'ici, et qui, à l'exception d'une seule, descendent toutes du Koswinsky. La première, que nous appellerons Kitlim *A*, débute au flanc sud de la barre peu prononcée qui soude le Koswinsky au Katéchersky, elle coule dans la vallée boisée comprise entre ce dernier et les flancs est et nord-est du Koswinsky, puis plus à l'est, elle passe entre le même Katéchersky et la base du triangle rocheux qui délimite l'extrémité septentrionale de l'éperon du Koswinsky. Dans la partie supérieure de son cours, près des sources, la Kitlim *A* (appelée aussi Kitlim Katéchersky-Koswinsky) reçoit les eaux des deux autres tributaires que nous appellerons *B* et *C*.

La source Kitlim *B* a un cours excessivement réduit, elle descend du flanc nord du Koswinsky et s'amorce sur celui-ci à peu près à la limite de la végétation. Le thalweg, malgré la forêt qui recouvre le sol, en est cependant indiqué dans la topographie; elle se jette à 300 mètres environ en amont du point où Kitlim *A* commence à entamer l'extrémité nord de l'éperon. La source Kitlim *C* coule sur le versant nord-est du Koswinsky dans une petite vallée encaissée entre les flancs ouest et nord-ouest de l'éperon, et une petite côte rocheuse qui sépare la source *B* de *C*. Elle naît tout près du col situé entre la crête de l'éperon et les pentes du Koswinsky, presque à la limite de la forêt; son cours, très restreint, est rapide, elle se jette dans Kitlim *A* à quelques mètres en aval du confluent de *B*. Au delà du défilé compris entre le Katéchersky et l'extrémité nord de l'éperon, la vallée s'élargit subitement, et la rivière, produit de la réunion des trois Kitlim indiquées, quitte le Koswinsky pour couler sur un sol faiblement incliné qui fait déjà partie de la dépression comprise entre le Koswinsky et la chaine du Kalpak-Soukogorsky.

La quatrième source de Kitlim, appelée *D*, prend naissance sur l'autre versant de l'éperon, dans un petit vallon compris entre le premier prolongement de celui-ci qui en forme la rive gauche, et un contrefort rocheux qui se détache du flanc est du Koswinsky et sépare cette source de la suivante; la pente dans la partie supérieure de son cours est rapide, mais diminue assez brusquement à une faible distance de sa jonction avec la source suivante, la Kitlim *E*. Celle-ci s'amorce au flanc est du Koswinsky sur les pentes rocheuses qui forment la côte rapide dont nous avons

parlé; son lit dessine un sillon que l'on voit de fort loin. Elle coule ensuite dans un large ravin boisé, délimité d'un côté par le contrefort rocheux déjà indiqué qui en forme la rive gauche, et de l'autre par l'arête peu marquée qui sépare les flancs est et sud-est du Koswinsky, et se soude à la ligne de partage.

La rivière qui résulte de l'union des deux Kitlim *D* et *E* quitte bientôt la base du Koswinsky, et coule dès lors à travers la forêt; elle se joint à Kitlim-Katechersky *A*, à une assez grande distance de cette montagne, on la croise quand on vient des placers de la petite Koswa sur ceux de Kitlim, en passant par la ligne de partage.

Il existe sans doute une dernière source qui provient de la ligne de partage elle-même; nous avons en effet rencontré non loin de celle-ci et sur le versant asiatique, une petite rivière à cours très lent, qui, à travers la forêt et les marécages, coulait dans la direction de Kitlim; nous ne l'avons d'ailleurs pas suivie au delà du point où nous l'avons croisée.

Les alluvions anciennes sont très développées sur la rivière Kitlim, et il est curieux de constater que celles-ci ont parfois une épaisseur considérable tout près de la naissance des sources; ainsi, sur Kitlim *D*, à deux verstes environ du point où elle prend naissance, le lit contemporain est creusé dans des alluvions assez étendues, qui, par place, mesurent jusqu'à 5 mètres d'épaisseur. Sur Kitlim *A*, *B* et *C*, nous avons également trouvé une couche alluviale variant de 2 à 4 mètres de puissance, mais c'est près du village de Kitlim surtout que la nappe alluviale répandue sur l'ancien lit de la rivière paraît être la plus étendue et témoigne ainsi de l'existence d'un régime hydrographique ancien bien différent que celui actuel. L'épaisseur de cette nappe mesure 7 mètres environ, sa largeur, assez variable, est toujours très considérable, à en juger par celle du sillon creusé dans cette alluvion par les travaux d'exploitation, comme aussi par l'existence de puits de sondage foncés de part et d'autre des deux rives. Ici comme sur la petite Koswa avec laquelle d'ailleurs la Kitlim a une grande analogie, l'alluvion est fréquemment recouverte d'une couche de tourbe d'épaisseur variable.

CHAPITRE VI

Géologie du Koswinsky.

§ 1. *La « koswite » au Koswinsky.*

Le Koswinsky dans son ensemble est exclusivement constitué par des roches éruptives basiques de profondeur, que Krotow a réunies sous le nom collectif de péridotites, mais qui, en réalité, appartiennent à plusieurs espèces pétrographiques distinctes, bien qu'étroitement liées entre elles par des formes de passage. Ces différents types sont cantonnés sur des points divers de la montagne ou de ses contreforts.

Lorsqu'on sillonne en tout sens la coupole terminale du Koswinsky, à partir de la limite des forêts on ne trouve presque invariablement qu'une seule et même roche qui compose aussi bien les blocs anguleux jonchant le sol que les rares pointements rocheux que l'on voit en place. Cette roche est une pyroxénite à olivine d'un caractère assez spécial, à laquelle nous avons donné le nom de koswite dans un travail antérieur. Sur le terrain, l'aspect que présente cette koswite est très uniforme ; c'est une roche foncée, cristalline, grenue, dont le grain s'exagère quand le pyroxène domine, et diminue au contraire dans le cas inverse. Ces différences ne sont d'ailleurs nullement localisées dans les diverses régions de la montagne, souvent même elles se rencontrent sur des blocs très voisins. La koswite est surtout caractérisée par l'abondance de la magnétite, qui peut même s'y accumuler localement en donnant naissance à des nids ou à des veinules d'une certaine importance, sans atteindre toutefois des dimensions qui les rendraient exploitables. Généralement la koswite s'altère superficiellement par les agents atmosphériques, les blocs primitivement anguleux de cette roche s'effritent et s'arrondissent, ou encore se couvrent

d'une patine rougeâtre provenant de l'oxydation des éléments ferro-magnésiens. Lorsque la roche contient des nids de magnétite, sa désagrégation lente met ces derniers en liberté; telle est l'origine des blocs de fer oxydulé pouvant peser jusqu'à 200 kilogrammes, que l'on rencontre sur certains points mêlés aux fragments de la koswite. Il est évident que cette roche massive forme exclusivement le môle du Koswinsky à partir de la limite de la végétation. Dès que l'on quitte celle-ci pour pénétrer dans la forêt, il devient très difficile de se faire une idée de la constitution géologique du sol vu la rareté des affleurements, et il faut souvent faire des puits en assez grand nombre pour connaître la nature de la roche sous-jacente. Sur les flancs N et NE qui regardent le Katéchersky, nous avons cependant pu établir que la koswite se continue jusque dans le voisinage du cours de la rivière Kitlim *A*; des puits foncés près de l'embouchure de Kitlim *B* et *C* ont, en effet, rencontré la koswite en place, cette roche formait (en compagnie des dunites dont il sera question plus loin) le matériel exclusif de l'alluvion ancienne et contemporaine de ces deux petits cours d'eau; en revanche, sur les premières pentes du Katéchersky qui encaissent la rive gauche de Kitlim *A*, on trouve déjà sur quelques pointements rocheux que l'on voit dans la forêt, des roches fort différentes de la koswite dont nous reparlerons d'ailleurs à propos du Katéchersky lui-même.

Sur les flancs E et SE du Koswinsky la koswite se continue également dans la forêt fort au-dessous de la limite de la végétation. Nous avons en effet trouvé cette roche en place par des puits faits sur Kitlim *E* près de son confluent avec *D*, c'est-à-dire presque à la base des premières pentes du Koswinsky sur son versant oriental.

Sur les flancs SO et O, la koswite se montre également assez bas dans la forêt, mais elle ne se trouve plus au Malinky ni au Pharkowsky-Ouwal, elle cesse même à une faible distance à l'ouest de l'isba construite jadis sur le flanc sud-ouest du Koswinsky, à quelques mètres au-dessus de la limite de la végétation.

§ 2. *Roches filonniennes dans la koswite.*

Le dôme de koswite massive qui forme le Koswinsky est sur plusieurs points traversé par des roches filonniennes qui paraissent assez abondantes et qui ne sont autre chose que des dunites typiques. Rarement on peut voir les filons en place, dans la plupart des cas ils sont démantelés et on en retrouve la roche constitutive à l'état de gros bloc anguleux dispersés parmi les débris de koswite, ou faisant traînée dans des pierriers. La couleur ocreuse de cette dunite tranche sur celle plus noirâtre de la koswite environnante, et de fort loin déjà, on distingue des taches ou des sillons



Fig. 27. — Flanc sud-est du Koswinsky. Cette vue montre l'aspect que présentent les pentes de la montagne au-dessus de la limite de la végétation.



Fig. 28. — Le sommet du Koswinsky-Kamen.

jaunâtres qui, sur les pentes arides du Koswinsky, signalent la présence de ces filons. Ainsi par exemple depuis la laverie de Kitlim, on distingue plusieurs de ces taches sur les pentes de l'extrémité septentrionale du flanc est du Koswinsky qui domine l'éperon dont il a été question précédemment. Ces filons de dunite sont tout particulièrement nombreux sur les flancs est et nord-est du Koswinsky, on les retrouve cependant sur les versants ouest, sud et sud-ouest de la montagne, mais l'aspect de la dunite est ici un peu différent. En effet, la roche filonnienne rencontrée sur le flanc occidental est profondément altérée, son aspect ocreux est dû à cette altération, et vus de près, les blocs de cette roche ressemblent à des fragments de grès argileux. Il faut souvent en débiter d'énormes pour trouver au cœur même la roche encore fraîche, qui dans ce cas est verdâtre et d'aspect serpentineux. La dunite filonnienne du flanc occidental, par contre, est plus rougeâtre, l'altération est ici toute superficielle, et dès que l'on en casse un fragment on trouve sous la croûte d'oxydation qui est toujours mince, une roche grenue qui généralement n'est pas serpentineuse. Cette dunite est parfois légèrement schisteuse, nous l'avons observée en place, encaissée dans la koswite, sur plusieurs des pointements rocheux du flanc sud-ouest au-dessus de l'isba.

En dehors de dunites filonniennes, nous avons rencontré en deux reprises, au cours des multiples excursions faites sur le Koswinsky, d'autres roches fort curieuses, dont on ne voit pas les filons en place, mais qui sont rencontrées à l'état de gros blocs mêlés à ceux de la koswite. Il est certain cependant, que vu leur position et la nature de leur entourage, ceux-ci ne peuvent provenir que de filons démantelés. Ces roches sont d'un blanc éclatant, d'une structure grenue et saccharoïde, et paraissent formées presque entièrement de feldspath. Quelques-unes cependant, renferment des rares et petits cristaux de hornblende, d'autres enfin sont zébrées de traînées d'élément noir qui y forment de véritables « schlieren, » ce qui leur communique un aspect très particulier. Ces roches ont été trouvées pour la première fois en 1900 sur le flanc sud-est du Koswinsky, à une altitude de 1420 mètres environ; nous les avons observées de nouveau l'année suivante sur les pentes qui dominent le col qui sépare le flanc est du Koswinsky de l'éperon qui s'en détache, à l'altitude de 60 mètres environ au-dessus du col. En cet endroit, les variétés avec schlieren font défaut, les roches sont exclusivement feldspathiques, et leurs blocs disséminés parmi ceux de la koswite massive et de la dunite filonnienne, ressemblent à des morceaux de sucre gigantesques. Ces roches feldspathiques paraissent d'ailleurs assez rare, nous les avons cherchées attentivement en d'autres points du Koswinsky, mais sans succès.

§ 3. *L'éperon du Koswinsky et les dunites massives.*

Les roches qui forment l'éperon du Koswinsky sont fort différentes de la koswite. Lorsqu'on chemine du col qui sépare le Koswinsky de l'éperon décrit précédemment pour gagner la crête rocheuse qui en délimite les deux versants, on quitte non loin du col la koswite qui est en place, et on trouve déjà à la naissance de cette crête une roche rougeâtre bien différente, dont l'aspect rappelle absolument celui des dunites filonniennes avec lesquelles elle s'identifie d'ailleurs complètement. Cette roche qui, à l'état frais, est de couleur verdâtre, serpentineuse, souvent légèrement schisteuse et écrasée par dynamo-métamorphisme, et couverte également d'une croûte d'oxydation rougeâtre qui traduit extérieurement une altération toujours très profonde; elle affleure sur l'arête même, sous forme d'une série ininterrompue de pitons rocheux, tandis que sur les deux versants des blocs épais de la même roche jonchent la surface du sol. Cette roche ne se distingue de la dunite filonnienne que par le fait qu'elle est massive, ce qui ressort des observations suivantes.

Nous avons vu précédemment que la crête de l'éperon du Koswinsky change deux fois d'orientation. Lorsqu'on la suit de sa naissance à l'altitude 812 mètres jusqu'à son extrémité septentrionale, au point où le roc vif cesse pour faire place à la végétation, on chemine constamment sur la dunite qui se retrouve sur les deux versants dénudés et dans la forêt. Nous avons en effet retrouvé cette roche en place sur la rive droite de Kitlim *C*, et dans des puits foncés à 200 mètres environ de son confluent sur les deux rives. Sur le flanc oriental de l'éperon, nous avons constaté qu'elle descend également fort bas dans la forêt. A l'extrémité septentrionale de la crête, à la cote 672 mètres, la dunite massive entre directement en contact avec la koswite au point même où commence la végétation, le contact immédiat est cependant masqué par des éboulis. Sur le flanc occidental de l'éperon, ce même contact se fait à une petite distance de la rive gauche de Kitlim *C;* lorsqu'on longe ensuite la crête rocheuse des deux prolongements de l'éperon, on retrouve exactement la même disposition, et sur toute la crête dénudée on rencontre la dunite en place de même que sur les deux versants de l'arête, mais près du point où apparaît la végétation, la dunite massive entre là encore en contact avec la koswite. Si maintenant on chemine du col de l'éperon dans la direction de l'est, en suivant sensiblement la courbe de niveau qui passe par le col, on traverse la partie supérieure du ravin dans lequel l'affluent *E* de Kitlim prend sa source, et on arrive ainsi sur la barre rocheuse qui se détache du Koswinsky et qui en forme la rive droite. Pendant tout le parcours on ne quitte pas la dunite, et l'on reste

dans le voisinage de son contact avec la koswite. En suivant alors la crête de la barre rocheuse sur 150 mètres environ, on ne quitte pas la dunite massive, mais à partir de là elle entre en contact avec la koswite. Le contact des deux roches remonte donc du premier prolongement latéral de l'éperon jusqu'au point indiqué. Lorsqu'on traverse ce contact, on trouve au delà plusieurs gros filons de dunite encaissés dans la koswite, nous en avons observé qui mesuraient jusqu'à 20 mètres d'épaisseur.

Si enfin, on remonte le ravin qui forme le lit de Kitlim *E*, on constate que la dunite massive trouvée sur la barre rocheuse qui en forme la rive gauche et qui sépare les deux Kitlim *D* et *E*, ne se retrouve plus de l'autre côté de la rive droite. On peut donc déduire de l'ensemble de ces observations que l'éperon du Koswinsky tout entier est formé par une espèce de batholithe de dunite massive, intrusive et enclavée dans la koswite qui la circonscrit de toute part. Ce dôme intrusif est accompagné sur les bords de roches identiques qui percent en filons, vers l'est il se rétrécit et se termine dans la barre rocheuse qui sépare les sources de Kitlim *D* et *E*; sur les flancs est, sud-est et sud du Koswinsky on perd toute trace d'une formation semblable.

Nulle part, sur l'éperon du Koswinsky, nous n'avons pu observer un contact bien découvert de la dunite et de la koswite, mais par analogie avec ce que nous avons vu sur d'autres points, notamment dans la chaîne du Tilaï aux sources de la rivière Poloudniewaïa, il doit sans doute se faire par une brèche éruptive à cailloux de koswite empâtés dans la dunite.

En dehors de la dunite massive, on trouve à la surface de l'éperon certaines roches énigmatiques qui s'y présentent d'une façon très curieuse. On observe en effet parmi les blocs de la dunite dispersés sur le sol, des petits cailloux anguleux d'une roche blanche et saccharoïde, mêlés à d'autres plus volumineux d'une roche noire et cristalline paraissant amphibolique. Ces fragments semblent avoir été posés comme à dessein sur le sol par une main consciente, on les voit souvent alignés en petites traînées. Cette trouvaille nous a rendus fort perplexes, l'absence de phénomènes glaciaires éliminant d'emblée l'idée d'une origine étrangère pour ces cailloux. Nous avons trouvé la clef de l'énigme sur l'un des prolongements latéraux de l'éperon; là, dans la roche en place, on voit des filonnets et des veinules d'une roche grenue et cristalline, de couleur foncée, qui traversent nettement la dunite. Ces filons sont plus résistants à l'action des agents atmosphériques que cette dernière, et lorsque celle-ci est désagrégée par leur intervention, ils restent sur le sol à l'état de petits cailloux anguleux dont l'orientation apparente correspond évidemment à la direction primitive des filonnets.

En dehors des cailloux indiqués, on trouve aussi à la surface de l'éperon du Koswinsky de nombreux petits fragments de fer chrômé, liés souvent encore à de la dunite décomposée, qui représentent des nids et des concentrations locales de ce minéral emprisonnés dans la dite roche et mis en liberté par sa désagrégation lente. Ces fragments de fer chrômé pèsent au plus quelques kilogrammes.

§ 4. *Les gabbros à olivine du Pharkowsky et du Malinky-Ouwal.*

Lorsque l'on se rend de l'isba construite sur le flanc sud-ouest du Koswinsky au Pharkowsky-Ouwal en marchant directement vers l'ouest, on descend d'abord quelque peu dans la dépression dont nous avons déjà parlé pour remonter bientôt, et arriver au pied du flanc oriental de l'arête rocheuse du Pharkowsky-Ouwal. A une faible distance de l'isba construite, elle, sur la koswite, on trouve dans la forêt à la cote 700 à 720 mètres environ, quelques pointements de roche en place, formés par une variété mélanocrate, quelque peu feldspathique, qui appartient, comme nous le verrons à la catégorie des gabbros à olivine; de là jusque sur l'arête, les rares blocs en place trouvés dans la forêt sont formés par des roches identiques. En suivant l'arête du sud vers le nord, on rencontre sur tous les pitons rocheux qui y affleurent de distance en distance, les mêmes gabbros à grain variable qui paraissent ici nettement lités par dynamo-métamorphisme et plongent de 30° à 35° vers l'est ou mieux vers l'EES. Ces roches, comme la koswite, agissent fortement sur l'aiguille aimantée, par place on les voit traversées par des filons beaucoup plus feldspathiques, paraissant être formés par des diorites leucocrates. Lorsqu'on descend maintenant sur le flanc occidental du Pharkowsky-Ouwal, on trouve les mêmes roches soit en affleurements dans la forêt, soit en blocs épars formant des pierriers; cependant, près de l'extrémité septentrionale et vers la base du flanc occidental, on observe faisant suite aux gabbros, une roche en place identique à celle qui constitue le Sosnowsky-Ouwal. Lorsqu'on revient du Koswinsky depuis l'extrémité nord du Pharkowsky-Ouwal, on traverse à nouveau la dépression qui sépare cette arête de la dite montagne. Les gabbros à olivine se retrouvent jusque dans le voisinage du thalweg qui marque sans doute le contact avec la koswite. A partir de l'extrémité septentrionale du Pharkowsky on perd toute trace de ces gabbros les pointements rocheux faisant défaut, mais il n'est pas douteux que la continuation de ces roches passe à l'est du Sosnowsky-Ouwal.

L'arête appelée Malinky-Ouwal n'est, comme nous l'avons vu, que le prolongement de la précédente vers le sud. Lorsqu'on s'y rend depuis la laverie de la petite

Koswa, on traverse d'abord les marécages qui avoisinent la rivière, puis dès qu'on attaque les premières pentes, on trouve les gabbros à olivine, qui paraissent comme au Pharkowsky-Ouwal, alterner ici avec des roches dépourvues de feldspath, véritables pyroxénites. En suivant alors la crête de l'arête, on rencontre toujours les mêmes roches jusqu'au point où celle-ci se confond insensiblement avec les pentes du Koswinsky. Il est donc évident que la constitution du Malinky-Ouwal est identique à celle du Pharkowsky-Ouwal; la source principale de la rivière Pharkowka coupe donc transversalement toute la formation des gabbros, ce que nous avons d'ailleurs vérifié. De fait, sur le chemin qui mène de la petite Koswa à Sosnowka, on ne rencontre jusqu'au croisement des deux Pharkowka que des gabbros à olivine qui forment des pierriers dans la forêt et plus rarement des affleurements en place.

§ 5. *Les dunites massives au Sosnowsky-Ouwal.*

La constitution géologique du Sosnowsky-Ouwal n'est point, comme on pourrait le croire d'après sa position, identique à celle du Pharkowsky-Ouwal. Lorsqu'on se rend sur cette arête depuis le village de Sosnowka, dès les premières pentes, on trouve dans la forêt des affleurements d'une roche jaunâtre, d'aspect grèseux, donnant des arènes ocreuses et présentant une altération si profonde, que pour avoir de la roche non décomposée il faut souvent en débiter d'énormes blocs. A l'intérieur, au-dessous de la couche superficielle ocreuse, la roche est fraîche, serpentineuse, de couleur vert foncé, translucide sur les bords et d'une homogénéité parfaite. Çà et là, on voit reluire dans la masse quelques petits octaèdres de fer chrômé. La roche du Sosnowsky-Ouwal est donc une dunite massive en voie de serpentinisation avancée, qui en tous points est identique à celle de l'éperon du Koswinsky; l'arête dans son ensemble est exclusivement constituée par cette même roche. Nous avons pu nous en convaincre en suivant la crête terminale sur toute sa longueur, puis en explorant ses deux versants, et en examinant un à un les différents pointements rocheux en place dans la forêt, ou à défaut, en faisant creuser en divers endroits des puits de sondage. La petite Sosnowka, ainsi que les deux affluents droits de la grande Sosnowka qui tous deux descendent du flanc occidental du Sosnowsky-Ouwal, ravinent exclusivement les dunites massives, comme on peut le constater soit par les affleurements visibles, soit par un examen scrupuleux des cailloux formant le matériel de leur alluvion ancienne et contemporaine. Cette dunite est également intrusive dans les pyroxénites; on ne voit, il est vrai, pas les contacts immédiats, mais sur le flanc oriental du Sosnowsky-Ouwal, on peut remarquer sur certains affleure-

ments que la dunite empâte des blocs de koswite, phénomène identique à celui que nous avons observé très nettement dans la chaîne du Tilaï.

Le Sosnowsky-Ouwal forme donc comme on le voit une zone de roches éruptives différentes de celles du Pharkowsky-Ouwal, et située plus à l'est; cette zone doit sans doute se terminer en pointe près de l'extrémité septentrionale du flanc occidental du Pharkowsky ; nous y avons en effet retrouvé la dunite sous le gabbros, tandis que plus au sud on en perd toute trace sur le dit flanc.

§ 6. *La zone des diabases du Kroutoï-Ouwal.*

L'arête rocheuse et boisée qui forme la rive gauche de la grande Sosnowka, ne ressemble en rien au Pharkowsky ou au Sosnowsky-Ouwal. Les roches qu'on y rencontre sont verdâtres, de couleur plus ou moins claire, de grain généralement très fin. Elles sont extraordinairement compactes et dures, ou d'autres fois schisteuses par dynamo-métamorphisme; dans ce dernier cas, elles simulent à s'y méprendre certains schistes chloriteux de la région. Dans la masse finement grenue, on distingue parfois des petits cristaux porphyriques, puis fréquemment des amas locaux de pyrite. Ces roches appartiennent au groupe des diabases, elles forment une zone étendue qui comprend non seulement le Kroutoï-Ouwal, mais aussi des régions situées fort au delà de ses extrémités aussi bien au nord qu'au sud. En effet, du côté nord, le Kroutoï-Ouwal s'abaisse rapidement vers la rivière Tilaï, la zone des diabases y est coupée en écharpe par la rivière Balchaïa-Sosnowka, dont l'embouchure cependant est située dans les schistes cristallins. Ces mêmes diabases forment le pli de terrain qui sépare les embouchures des deux Sosnowka, on les voit affleurer sur la rive gauche de la Tilaï tout près du confluent de la petite Sosnowka. (Ces roches se trouvent également mêlées aux dunites dans les alluvions anciennes et contemporaines de cette rivière, mais seulement jusqu'à une faible distance en amont de son embouchure.) Entre le confluent de la petite Sosnowka et celui de la rivière Logwinska, on trouve dans le lit même de la rivière Tilaï, des gros blocs de ces diabases qui sont là en place, et qui paraissent grossièrement lités et orientés nord-sud. A quelques mètres en amont de l'embouchure de Logwinska, les schistes cristallins affleurent, il est vrai, sur la rive droite de la Tilaï, mais entre Logwinska et Garéwaïa, on retrouve de nouveau les mêmes diabases en gros blocs verdâtres dans le lit de la Tilaï. La rivière Garéwaïa coupe également près de son embouchure des roches analogues mais litées par dynamo-métamorphisme, qui ressemblent alors singulièrement à des schistes chloriteux. Puis en amont du confluent, on trouve encore sur deux verstes environ des blocs de ces diabases toujours dans le lit de la

rivière Tilaï, et en certains points, en affleurements sur la rive droite. Il est donc évident que du côté du nord la zone des roches vertes du Kroutoï-Ouwal se prolonge fort au delà des deux Sosnowka, elle passe pro parte sur la rive droite de la Tilaï, et doit s'étendre vers l'est au delà du confluent de Garéwaïa.

Du côté sud, les roches du Kroutoï-Ouwal se retrouvent également, mais vu la nature du terrain et les difficultés d'accès, il est impossible de préciser la limite de leur contact avec les gabbros du Pharkowsky-Ouwal; il est en tout cas certain que les mêmes roches affleurent près de l'embouchure de Tzenkowka sur les deux rives de la Koswa, on les retrouve également au confluent de la rivière Malinka-Koswa et nous les avons rencontrées par des puits foncés à une centaine de mètres environ en amont du confluent de Pharkowka; en cet endroit, les diabases étaient amigdaloïdes et chargés de calcite. Au sud de l'embouchure de la petite Koswa on perd toute trace de ces roches.

Lorsqu'on descend sur le flanc oriental du Kroutoï-Ouwal depuis la crête de celui-ci jusqu'au sentier qui conduit de Sosnowka à la petite Koswa, on trouve exclusivement les mêmes diabases, soit sur les quelques rares affleurements visibles dans la forêt, soit par des puits de sondage. Le chemin lui-même, à partir du col qui délimite les deux bassins de la grande Sosnowka et de Pharkowka, est jonché de débris des différentes variétés de ces diabases. Par contre, sur le flanc oriental, à une faible distance au-dessous de la crête, ces roches sont suivies par des schistes cristallins violacés qui plongent vers l'est, et qui sont en tous points analogues à ceux que l'on voit affleurer près de l'embouchure de la grande Sosnowka. Plus à l'ouest, de là jusqu'à la rivière Tilaï, on ne rencontre exclusivement que des schistes chloriteux verdâtres dont nous reparlerons ultérieurement. Comme le sol est très caché par la végétation, il se pourrait qu'il existât dans le Kroutoï-Ouwal, comme d'ailleurs dans le Pharkowsky-Ouwal, des roches différentes de celles que nous avons trouvées en place et qui auraient échappé à nos investigations. Pour le savoir, nous avons examiné une quantité de cailloux de l'alluvion ancienne et contemporaine de la grande Sosnowka. A l'exception d'une porphyrite, très rare d'ailleurs, nous n'avons pas rencontré d'autre roche que celle trouvée en place sur les deux arêtes.

§ 7. *Géologie de la dépression des sources de Logwinska.*

Les trois sources de Logwinska s'amorcent comme nous l'avons vu, sur des points fort différents; leur cours est entièrement situé dans une région très boisée où l'on chercherait vainement quelques affleurements en place.

Entre le confluent de Logwinska et de Tilaï, et celui du premier affluent venant du Katéchersky-Tilaï, on trouve dans des puits foncés en assez grand nombre, une roche décomposée qui, autant qu'on peut en juger, paraît correspondre aux variétés laminées de diabase du Kroutoï-Ouwal. En remontant maintenant le cours de chaque affluent séparément, on peut observer ce qui suit.

Sur Logwinska-Koswinsky, on trouve quelques affleurements rocheux en place sur la rive gauche, formés par des pyroxénites à grands diallages, analogues à certaines variétés de koswite. Au delà, plus en amont, on ne rencontre plus d'affleurements en place, mais les cailloux de l'alluvion ancienne et contemporaine sont exclusivement constitués par de la dunite, des gabbros à olivine du Pharkowsky, et de la koswite. En montant depuis la rive gauche de Logwinska-Sosnowsky et en suivant la direction du sud-ouest, on rencontre des roches analogues à celles qui affleurent sur les rives, elles entrent directement en contact avec les dunites et le contact lui-même est jalonné par une petite dépression. Il paraît donc évident que les gabbros à olivine et les pyroxénites subordonnées du Pharkowsky-Ouwal passent sur le flanc oriental du Sosnowsky-Ouwal et se continuent sans doute au delà de l'extrémité septentrionale de celui-ci à travers la dépression qui sépare la rivière Tilaï des massifs du Koswinsky-Katéchersky-Tilaï.

Lorsqu'on suit le cours de l'affluent Logwinska-Koswinsky, on ne voit pas d'affleurements rocheux en place sauf au point où commencent les pentes nord-ouest du Koswinsky. On trouve en cet endroit la koswite qui descend assez bas, mais il n'est pas possible de savoir quelles sont les roches traversées par le lit de cet affluent en aval de ce point. Cependant, le matériel de l'alluvion de cette rivière est exclusivement composé de koswite et de roches du Katéchersky. Ce qui vient d'être dit pour Logwinska Katéchersky-Koswinsky s'applique également à Logwinska Katéchersky-Tilaï, mais l'alluvion renferme en plus les gabbros du Tilaï dont nous parlerons ultérieurement.

§ 8. *Les roches de la ligne de partage et du Kitlimsky-Ouwal.*

Nous avons fait deux excursions distinctes à la ligne de partage. Dans la première, nous avons tout d'abord gravi le Malinky-Ouwal depuis le village de petite Koswa pour gagner de là la ligne de partage par la crête du Malinky-Ouwal. Dans la seconde, nous avons suivi le sillon qui passe dans la forêt, au sud de la rivière.

Dès qu'on quitte la laverie, sur plusieurs verstes, on voit affleurer sur le

chemin quelques bancs de schistes chloriteux toujours très quartzeux et analogues à ceux du Soukhoï-Kamen et des rives de la Koswa, nous en reparlerons ultérieurement. De là jusqu'à la ligne de partage, il est impossible de trouver le moindre affleurement, on ne quitte pas les marécages; par contre, dans le premier itinéraire indiqué, nous avons trouvé dans la forêt, près de la limite de la propriété Lazarew, des blocs de roche d'aspect dioritique, qui appartiennent à la catégorie des gabbros ouralitisés, voire même à celles des euphotides. Ces mêmes roches se retrouvent toujours dans la forêt, mais de l'autre côté de la ligne de partage, sur une assez grande étendue. Elles s'y rencontrent à l'état de blocs plus ou moins arrondis, généralement couverts de mousse et accumulés sur certains points.

Nous avons fait exécuter quelques puits pour nous faire une idée de la nature du sol et voir si les roches qui le constituent sont bien identiques aux blocs trouvés dans la forêt; le premier puits se trouvait à 3 kilomètres environ, au sud-est du col de la ligne de partage, sur une droite passant par celui-ci et le point culminant du Kitlimsky-Ouwal. Le puits a rencontré des roches schisteuses, d'aspect corné, qui sont d'ailleurs absolument identiques à certains débris que l'on trouve sous les racines des grands arbres abattus par le vent. Ces roches ne sont autre chose que des gabbros ouralitisés, laminés par dynamo-métamorphisme, et transformés en amphibolites. Il est à remarquer que nulle part pendant les deux excursions faites à la ligne de partage, nous n'avons trouvé parmi les cailloux épars ou dans les puits, des pyroxénites ou des dunites massives. Il parait donc certain que la région de la ligne de partage comme d'ailleurs le Kitlimsky-Ouwal, sont formés par des roches ouratilisées appartenant à la famille des gabbros plus ou moins fortement laminées par dynamo-métamorphisme.

§ 9. *La chaîne du Kalpak-Soukogorsky.*

Nous n'avons pas exploré cette chaîne en détail par le fait qu'elle se trouvait en dehors de notre champ d'étude, mais nous avons cependant examiné sommairement le Kalpak et le Sémitchellowietchesky. L'excursion au Kalpak a été faite depuis Kitlim, en montant au sommet par le col qui sépare ces deux montagnes. Dès que l'on quitte la laverie pour pénétrer dans la forêt, on trouve quelques blocs de pyroxénites à olivine qui ressemblent absolument à certaines variétés du Koswinsky ou du Tilaï. Au col même du Kalpak, on trouve les dites pyroxénites en place, ainsi qu'au sommet et sur les flancs de la montagne. Parfois ces pyroxénites s'additionnent un peu de feldspath et passent à des types de gabbros à olivine très basiques;

le Kalpak paraît donc ressembler beaucoup au Koswinsky. Par contre lorsqu'on monte au premier mamelon du Sémitchellowietchesky, on ne rencontre dans la forêt que des blocs de gabbros feldspathiques toujours ouralitisés, parfois très riches en magnétite; cette même roche se retrouve au sommet du mamelon en question. Il paraît donc probable que l'axe même de la chaîne du Kalpak est formé par les pyroxénites, tandis que sur le flanc occidental, on retrouve les gabbros ouralitisés analogues à ceux de la ligne de partage.

CHAPITRE VII

DESCRIPTION DES ROCHES DU KOSWINSKY. LA KOSWITE.

§ 1. Minéraux constitutifs de la koswite. — § 2. Structure microscopique. — § 3. Phénomènes d'altération et de dynamo-métamorphisme. — § 4. Différentes variétés et formes de passage aux pyroxénites. — § 5. Monographie des types étudiés. — § 6. Composition chimique de la koswite et formule magmatique. — § 7. Place de la koswite dans la classification pétrographique et considérations générales relatives à cette roche.

§ 1. *Minéraux constitutifs de la koswite.*

La koswite est une roche mélanocrate, à structure grenue, formée principalement d'un pyroxène lamellaire réuni à une quantité variable d'olivine et de magnétite. Elle appartient donc à la classe des pyroxénites.

Sous le microscope, les minéraux constitutifs de cette roche sont : les pyroxènes, l'olivine, la hornblende, les spinelles chromifères et la magnétite.

PYROXÈNES

Les pyroxènes de la koswite appartiennent à un groupe spécial qui se rattache à celui du diopside-diallage, mais qui en diffère cependant par certains caractères. Ils

forment toujours l'élément le plus répandu. Les cristaux non terminés, sont d'habitude faiblement allongés selon la zone prismatique; ils présentent les clivages m = (110), rarement les plans de séparation selon h_1 = (100), ceux-ci ne s'observent alors que dans les variétés altérées. Les mâcles selon p = (001) font défaut, ou tout au moins sont rares; les inclusions lamellaires caractéristiques pour le diallage manquent également dans la plupart des cas, sur quelques cristaux cependant on observe des petits grains ou des lamelles opaques intercalées parallèlement au clivage; par contre, certains cristaux renferment des grains assez volumineux de fer oxydulé.

En lames minces, les pyroxènes paraissent incolores ou très légèrement verdâtres sans toutefois présenter de polychroïsme appréciable. Les propriétés optiques, déterminées avec beaucoup de soin sur un grand nombre de cristaux, montrent à l'évidence l'existence de plusieurs types différents dans la même roche. La trace du clivage qui correspond à l'allongement peu marqué est positive; sur g^1 = (010) les extinctions de la vibration positive se font sous des angles compris généralement entre 39° et 43°; le parallélisme des sections g_1 = (010) ayant été rigoureusement vérifié, et les angles d'extinction mesurés à l'oculaire Bertrand, on peut considérer ces mesures comme absolument précises. Les trois indices principaux ont été mesurés sur plusieurs spécimens en prenant des sections d'orientation différente. La précision apportée aux mesures permet d'affirmer l'exactitude des résultats à la troisième décimale, et confirme l'existence de plusieurs types voisins d'ailleurs, ces résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau des indices des pyroxènes de la koswite pour la raie D.

Numéros de la coupe.	Orientation de la section.	N_g	N_m	N_p	N_g-N_p	N_g-N_m	N_m-N_p
8	Sn_m	1,7074	1,6861 / 1,6861	1,6800	0,0274	0,0213	0,0061
	Sn_g	1,7077 / 1,7067	1,6865	1,6796	0,0276	0,0207	0,0069
10	Sn_p	1,7087	1,6889	1,6820 / 1,6830	0,0262	0,0198	0,0064
2	Sn_m	1,7162	1,6951 / 1,6949	1,6896	0,0266	0,0212	0,0054
	Sn_g	1,7165	1,6954			0,0211	
3	Sn_m	1,7176	1,6974 / 1,6975	1,6923	0,0253	0,0202	0,0052

Comme contrôle, plusieurs biréfringences maxima ont été déterminées au compensateur ou au comparateur. Nous avons obtenu les résultats suivants : $n_g - n_p = 0,023$, $0,024$, $0,025$. Ces valeurs concordent avec celles données par la mesure des indices.

Le plan des axes optiques est parallèle à $g_1 = (010)$, la bissectrice aiguë est positive $= n_g$; l'angle des axes optiques a été mesuré directement, soit sur des sections extraites de coupes épaisses et examinées au moyen de l'appareil ordinaire, soit sur des sections orientées perpendiculaires à la bissectrice aiguë, au moyen de la méthode de Mallard. Les résultats de ces mesures sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau de la valeur de l'angle des axes optiques des pyroxènes de la koswite pour la raie D.

Numéros de la coupe.	Méthode employée.	Valeur de 2V observée.	Valeur de 2V calculée.
8	Réticulaire.	56°19′	56°28′
10	id.	57°	59°
2	id.	55°52′	53°30′
3	—	—	53°22′
31	Goniomètre.	59°	—

On a souvent observé une dispersion dans le sens de $\rho > v$. Les déterminations précédentes montrent donc que les pyroxènes de la koswite présentent des caractères un peu particuliers; la valeur de l'indice les distingue des diopsides proprement dits comme aussi des diallages, et l'angle d'extinction de même que la valeur de l'angle des axes éloigne incontestablement la variété du type augite.

OLIVINE

Ce minéral est généralement très réduit par rapport aux pyroxènes; il se rencontre en grains arrondis, craquelés, d'aspect hyalin, toujours parfaitement incolores. On voit quelquefois des clivages selon $g_1 = (010)$ rarement selon $p = (001)$. Les trois biréfringences mesurées directement ont été trouvées de : $n_g - n_p = 0,036$ $n_g - n_m = 0,020$ $n_m - n_p = 0,016$. Le signe optique est positif, l'angle des axes optiques déterminés pour la lumière jaune a été trouvé de 87°; on observe une dispersion très faible $\rho < v$.

HORNBLENDE

Ce minéral est assez fréquent, mais ne se rencontre jamais en abondance. Il est informe et présente les clivages $m = 110$. Sur $g^1 = 010$ l'extinction de N_g se fait sous un angle de 22°. Le plan des axes optiques est parallèle à $g^1 = (010)$, la bissec-

trice aiguë est négative, l'angle 2V n'a pu être mesuré directement, il dépasse certainement 70°. La biréfringence $n_g - n_p = 0{,}023$, quant au polychroïsme, il est toujours faible et se fait comme suit :

n_g = vert sale, vert brunâtre, brun verdâtre.
n_m = brun plus pâle, verdâtre.
n_p = brun jaunâtre très pâle, presque incolore.

SPINELLES CHROMIFÈRES

Ils sont en général peu abondants, et cantonnés dans le voisinage de la magnétite. Ils se présentent en grains d'un vert foncé, presque toujours fissurés, avec un contour irrégulier, généralement anguleux. Les fissures sont de couleur jaunâtre et polarisent sur les bords, le minéral lui-même est parfaitement isotrope, son indice est élevé. Ces grains de spinelles sont généralement petits mais leur présence est très constante.

MAGNÉTITE

Ce minéral est abondant, son rôle dans la structure est important et nous allons l'examiner en parlant de celle-ci.

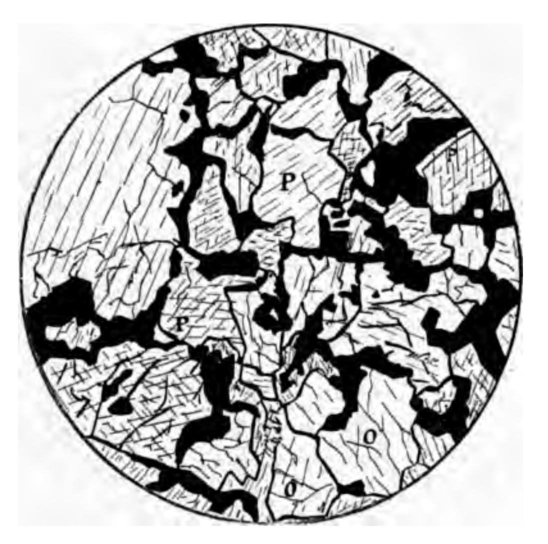
§ 2. *Structure microscopique.*

La structure de la koswite est très particulière, et fort nouvelle. Cette roche est holocristalline et plus ou moins grossièrement grenue, les pyroxènes et l'olivine sont d'habitude idiomorphes, cependant on voit parfois les cristaux de pyroxène mouler le péridot, on trouve même dans certains cas, des associations pœcilitiques des deux minéraux; il paraît donc à peu près certain que l'olivine est de consolidation antérieure à celle du pyroxène.

La magnétite au contraire est toujours allotriomorphe, et forme un véritable ciment entre les minéraux précités. Elle s'infiltre comme telle dans les interstices laissés vides entre les cristaux de pyroxène et d'olive, et épouse strictement les contours de ceux-ci en dessinant de véritables plages d'aspect souvent cunéiforme, qui simulent absolument les plages de quartz de certains granits ou de certaines pegmatites.

Ces plages sont plus ou moins nombreuses, tantôt localisées spécialement sur certains points, tantôt au contraire distribuées très régulièrement dans la roche ; la structure est alors identique à celle du granit, à cette différence près que dans la koswite, le quartz allotriomorphe du granit est remplacé par de la magnétite. Nous

avons proposé pour cette structure particulière le nom de « structure sidéronitique, » qui rappelle à la fois son analogie avec celle du granit et la présence de la magnétite qui remplace ici le quartz dans cette structure granitique. Cette structure sidéronitique est incontestablement primaire, elle se trouve sur des roches d'une grande fraicheur où l'olivine et le pyroxène ne montrent pas la plus petite trace d'altération. Ces plages de magnétite emprisonnent toujours quelques grains de spinelle, elles paraissent également être étroitement liées à la hornblende. Celle-ci est probablement primaire, elle ne semble en tout cas nullement résulter d'une ouralitisation ordinaire. En effet, elle frange et circonscrit souvent complètement les plages de magnétite et entre alors directement en contact soit avec l'olivine soit avec le pyroxène, on dirait qu'elle forme en quelque sorte un produit d'exudation du fer oxydulé. Parfois même la hornblende est disposée en plages isolées, en tous points semblables à celles de la magnétite, et reliant comme elle les autres minéraux; ces plages s'éteignent toujours comme un cristal unique, elles renferment souvent à l'intérieur un peu de magnétite à l'état de grains ou d'inclusions. Ces plages de hornblende sont plutôt rares, mais la liaison de ce minéral avec la magnétite est un fait absolument constant.



Koswite. Coupe n° 2. Chambre claire. Lumière naturelle. Grossissement = 13 diam. P = pyroxène. O = olivine. La coupe montre la structure sidéronitique développée par les plages de magnétite.

§ 3. *Phénomènes d'altération et de dynamo-métamorphisme.*

Les altérations secondaires affectent à des degrés divers les différents minéraux constitutifs. Les pyroxènes présentent dans certains cas une bastitisation qui marche du centre vers la périphérie. Le cristal prend alors un aspect fibrillaire et sa biréfringence devient très faible. Le noyau transformé s'éteint à zéro, tandis que sur les bords le cristal polarise dans les teintes vives et s'éteint sous des angles variables, toujours assez grands; les lamelles de bastite ont un allongement positif, l'extinction se fait à zéro de cet allongement, la biréfringence $n_g n_p$ ne dépasse pas

0,010, il n'existe pas de polychroïsme appréciable. Ces cristaux de pyroxène à centre bastitisé sont très caractéristiques mais plutôt rares.

L'olivine subit deux genres de transformation qui peuvent s'exclure ou coexister; la première consiste en une rubéfaction qui s'effectue le long des craquelures. Il se développe alors un minéral rouge ou jaune foncé, très réfringent également, qui cependant ne se substitue jamais complètement au péridot. La seconde est une serpentinisation qui se fait également par les cassures sous forme de rubans d'antigorite. Les exemples où l'olivine disparaît complètement par suite de cette transformation sont excessivement rares.

Quant aux phénomènes dynamiques qui ont agi d'une manière si intense sur certaines roches voisines du Koswinsky, ils ne paraissent pas avoir exercé une action aussi énergique sur la koswite. La roche est généralement très fraîche et nullement écrasée ou réduite à l'état de brèche microscopique; l'olivine qui, notamment, est très sensible à la compression, est presque toujours indemne.

§ 4. *Différentes variétés et formes de passage aux pyroxénites.*

La koswite par la régression de tel ou tel de ses éléments constitutifs, peut passer à divers types de la même famille. La diminution progressive de la magnétite achemine cette roche vers une pyroxénite à olivine bien caractérisée. On peut observer ce passage sur plusieurs points du Koswinsky, notamment sur le flanc oriental. La magnétite diminue, les plages sidéronitiques deviennent de plus en plus rares, puis ce minéral cesse complètement, et la roche n'est alors seulement composée que de pyroxène et d'olivine. La proportion relative de ces deux minéraux est d'ailleurs assez variable. En principe, le pyroxène prédomine toujours et à ce point de vue la koswite et les variétés qui s'y rattachent sont des pyroxénites et non des péridotites. L'olivine peut cependant devenir très rare et la roche n'est plus alors formée que par du pyroxène quasi compact, ce phénomène s'observe sur certaines variétés largement cristallisées. On trouve cependant quelques koswites qui sont assez riches en olivine, le grain de la roche diminue alors sensiblement, et la magnétite devient abondante. A cet égard, les variétés dans lesquelles on rencontre les nids et des concentrations de ce minéral, sont assez curieuses; elles renferment toujours du péridot et le microscope montre que leurs éléments constitutifs sont comme noyés dans un ciment de fer oxydulé qui l'emporte quantitativement sur eux; la roche présente alors complètement l'aspect de certaines météorites avec lesquelles elle a d'ailleurs de grandes analogies.

§ 5. *Monographie des types étudiés.*

N° 1. Premier puits près du sommet du Koswinsky.

Roche grenue à pyroxène prédominant; diallage incolore, légèrement verdâtre, avec inclusions de magnétite et de péridot; l'angle d'extinction = 46°; la bissectrice aiguë = n_g, 2V = 54° n_g-n_p = 0,025. Quelques inclusions lamellaires dans g' = (010). Olivine en grains plus rares, légèrement serpentinisée. Magnétite sidéronitique abondante contenant quelques grains de spinelles.

N° 2. Deuxième puits en descendant du Koswinsky.

Diallage très abondant, avec caractères indiqués; olivine en grains rares. Hornblende brun pâle assez abondante disposée en bordure aux plages de magnétite, ou en plages propres moulant les éléments précédents. Spinelles chromifères abondants de même que la magnétite. Structure sidéronitique typique.

N° 3. Diallage prédominant, moulant par places l'olivine, signe optique positif, n_g-n_p = 0,023, 2V = 54°. Olivine plus rare, très fraîche, craquelée. Magnétite exceptionnellement abondante formant de grosses plages sidéronitiques emprisonnant quelques grains de spinelles chromifères. Très peu de hornblende bordant la magnétite.

N° 4. Quatrième puits en descendant du sommet du Koswinsky.

Pyroxène abondant présentant plusieurs variétés distinctes par leur extinction sur g' = (010). Olivine rare, hornblende assez fréquente en plages isolées ou en bordure à la magnétite, structure sidéronitique bien caractérisée.

N° 5. Quatrième puits en descendant du Koswinsky.

Très analogue au précédent, la roche renferme beaucoup de pyroxène très largement cristallisé, présentant des extinctions entre 39° et 42°; l'olivine est rare, la magnétite sidéronitique assez abondante et liée à des spinelles chromifères.

N° 7. Roche en place à cent mètres du dernier puits, en descendant.

Pyroxène prédominant, la variété la plus commune paraît ici voisine du diopside, les extinctions sur g' = (010) ne dépassent pas 39° et la biréfringence = 0,026;

dans le diallage quelques inclusions opaques alignées selon les clivages. Olivine réduite, hornblende rare, magnétite sidéronitique ordinaire.

N° 8. Roche en place au sommet de la côte rapide qui domine l'isba.

Cette variété est pauvre en magnétite et passe à la pyroxénite. Le pyroxène se rapproche ici du diallage, l'olivine est toujours rare de même que la hornblende; la magnétite fait défaut, les éléments sont tous idiomorphes.

N° 10. Roche en place au flanc sud du Koswinsky.

Variété très pauvre en magnétite passant également à la pyroxénite. La roche est en grande partie formée par un pyroxène voisin du diallage, et transformé partiellement en bastite. L'olivine est réduite, par contre la hornblende est assez abondante mais se présente sous une forme un peu spéciale; en taches dans le pyroxène, ce qui fait supposer qu'elle est ici d'ouralitisation. Magnétite rare, en petites plages isolées; la structure est presque panidiomorphe grenue.

N° 11. Point coté 1120 mètres sur le flanc sud-est.

Pyroxène avec les caractères ordinaires, olivine plus abondante que dans les échantillons précédents; magnétite en belles plages sidéronitiques enveloppée d'une mince bordure de hornblende verte peu polychroïque.

N° 12. Au flanc sud-est, sur des pitons rocheux en place.

Cette très belle roche peut être prise comme type de la koswite, le pyroxène très abondant y est incolore en lames minces, son extinction ne dépasse pas 43°. L'olivine est hyaline, et plus rare que le pyroxène qui la moule. Peu de hornblende avec les caractères habituels, toujours liée à la magnétite et formant de jolies plages sidéronitiques distribuées régulièrement dans la roche.

N° 13. Même provenance que le numéro précédent.

Pyroxène abondant, bastitisé au centre; olivine assez fréquente en grains ordinaires avec commencement de rubéfaction sur les cassures, peu de hornblende, magnétite sidéronitique ordinaire.

N° 22. Dans la forêt, au-dessus de l'isba à la cote 740 m.

La roche montre le contact de la koswite avec une dunite filonnienne qui la tra-

verse. La koswite est presque entièrement composée de pyroxène plus ou moins bastitisé. L'olivine est rare, la magnétite fait défaut. La structure est panidiomorphe grenue.

N° 24. Roc en place près de l'isba.

Roche très largement cristallisée, le diallage, élément principal, s'éteint en majorité à 41°, l'olivine est beaucoup plus rare, la hornblende brun pâle en plages allotriomorphes présente ses caractères habituels. Magnétite sidéronitique ordinaire.

N° 26. Au point 1060 m., flanc sud-ouest.

Beaucoup de pyroxène, peu d'olivine accumulée sur certains points, magnétite sidéronitique assez abondante bordée par une mince zone de hornblende brunâtre.

N° 29. Flanc nord du Koswinsky, altitude 1140 m.

Cet échantillon se distingue des précédents par une abondance exceptionnelle en olivine, la roche est presque une péridotite. Le diallage s'éteint sur g^1 entre 40° et 42°, la magnétite forme des plages sidéronitiques plutôt rares.

N° 30. Flanc nord, altitude 1240 m.

Pyroxène formant l'élément principal, olivine rare, hornblende très développée toujours associée à la magnétite; elle est très fraîche, et peu polychroïque dans les tons brun pâle. Les plages sidéronitiques de magnétite sont exceptionnellement abondantes dans cette roche, par places elles emprisonnent et isolent complètement certains cristaux de diallage et d'olivine, la structure présente alors une analogie frappante avec celle de certaines météorites.

N° 31. Sur le piton rocheux formant le sommet du Koswinsky.

Diallage toujours prédominant renfermant quelques inclusions opaques parallèles au clivage. Olivine assez abondante aussi, avec un commencement de rubéfaction. Hornblende répandue, en bordure autour des plages sidéronitiques de magnétite. Ce dernier minéral est très abondant et uniformément réparti dans la roche.

N° 132. Flanc est du Koswinsky, près de la limite de la végétation.

Roche pauvre en magnétite, passant à la pyroxénite ordinaire. Pyroxène abondant moulant parfois l'olivine; ce dernier minéral est bien développé quoique inférieur au pyroxène. Il n'y a presque pas de hornblende et la magnétite sidéronitique est fort rare.

N° 1021. Flanc nord-est du Koswinsky, près de la limite de la végétation.

C'est également une forme de passage aux pyroxénites ordinaires. Le diallage est en grands cristaux, il prédomine de beaucoup sur l'olivine. Il n'y a pas de hornblende, la magnétite est rare, elle ne forme plus de plages sidéronitiques, mais par contre, des grains disséminés. La structure est grenue, les éléments sont idiomorphes.

N° 1038. Koswite à l'extrémité du premier prolongement de l'éperon, près du contact avec la dunite.

C'est une véritable pyroxénite à olivine avec diallage peu abondant, olivine rare et magnétite encore plus rare. Les éléments sont idiomorphes et la structure est grenue. Les phénomènes dynamiques sont intenses, les minéraux constitutifs sont broyés et tordus, le diallage est ployé, l'olivine réduite en une brèche esquilleuse, l'échantillon ne renferme pas de hornblende.

N° 1040. Flanc nord du Koswinsky.

C'est une forme de passage aux pyroxénites ordinaires; la roche renferme beaucoup de diallage s'éteignant entre 41° et 44°, peu d'olivine en voie de rubéfaction et d'altération secondaire, pas de magnétite ni de hornblende. La structure est grenue, les éléments idiomorphes.

§ 6. *Composition chimique de la koswite et formule magmatique.*

Les analyses suivantes ont été faites sur un certain nombre d'échantillons qui représentent les principaux types de la koswite.

<table>
<tr><th></th><th>N° 2.</th><th>N° 7.</th><th>N° 10.</th><th>N° 28.</th><th>N° 31.</th></tr>
<tr><td>SiO_2</td><td>41,44</td><td>40,15</td><td>49,35</td><td>43,30</td><td>43,20</td></tr>
<tr><td>Fe_2O_3</td><td>10,46</td><td>12,24</td><td>—</td><td>6,20</td><td>4,80</td></tr>
<tr><td>Al_2O_3</td><td>5,80</td><td>4,60</td><td rowspan="2">2,68</td><td rowspan="2">4,89</td><td rowspan="2">4,50</td></tr>
<tr><td>Cr_2O_3</td><td>0,57</td><td>0,58</td></tr>
<tr><td>FeO</td><td>9,93</td><td>10,87</td><td>7,37</td><td>11,66</td><td>13,52</td></tr>
<tr><td>MnO</td><td>0,05</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>CaO</td><td>19,53</td><td>17,26</td><td>20,36</td><td>19,70</td><td>19,88</td></tr>
<tr><td>MgO</td><td>13,36</td><td>15,01</td><td>20,00</td><td>16,68</td><td>13,92</td></tr>
<tr><td>Perte au feu</td><td>0,22</td><td>0,40</td><td>0,60</td><td>0,15</td><td>0,23</td></tr>
<tr><td></td><td>101,36</td><td>101,11</td><td>100,36</td><td>102,58</td><td>100,05</td></tr>
</table>

N° 2 et 7. Koswite typique à plages sidéronitiques uniformément réparties.

N° 28 et 31. Koswite déjà plus pauvre en plages sidéronitiques.

N° 10. Passage de la koswite à la pyroxénite; il n'existe pas de plages sidéronitiques.

Les analyses qui précèdent sont éminemment suggestives, elles montrent clairement l'individualité pétrographique de la koswite, caractérisée à la fois par l'abondance des oxydes ferriques et ferreux, puis par la teneur élevée en chaux qui prédomine toujours sur la magnésie, et qui traduit ainsi le caractère essentiellement pyroxénique de la koswite. Il est donc incontestable que cette roche est une véritable pyroxénite et non pas une péridotite, elle s'éloigne donc par sa composition des Harzburgites, Kimberlites, Wehrlites, Lherzolites, etc., comme on peut le voir dans le tableau suivant:

	I	II	III	IV	V
SiO_2	40,15	48,95	41,43	55,52	43,87
Al_2O_3	4,60	5,69	0,04	1,17	1,64
Cr_2O_3	0,58	0,05	0,76	0,42	0,44
Fe_2O_3	12,24	1,20	2,52	6,12	8,96
FeO	10,87	12,11	6,25	—	2,60
MnO	—	0,08	—	—	0,19
CaO	17,26	5,33	0,55	2,23	6,29
MgO	15,01	23,49	43,74	35,85	27,32
Perte au feu	0,40	0,18	4,41		8,72

1. Koswite typique du Koswinsky.

2. Wehrlite red bluff Montana. In: Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre (l'échantillon renferme encore 0,81 TiO_2, 1,58 Na_2O, 0,79 K_2O, 0,12 P_2O_5, 0,16 NiO).

3. Harzburgite Douglas Orégon, loc. cit. (il renferme en outre 0,10 CO_2).

4. Lherzolithe Locana Piémont loc. cit.

5. Lherzolithe Johnny Cake Road. Baltimore loc. cit. (l'échantillon renferme en plus 0,12 TiO_2, 0,50 Na_2O).

La richesse en chaux des pyroxènes, et leur pauvreté relative en alumine, ressort nettement des différentes analyses de la koswite, principalement de celle du n° 10 qui ne renferme pas de magnétite, qui est relativement pauvre en olivine, et qui représente la composition du magma d'où dériverait la koswite par simple adjonc-

tion de fer oxydulé libre dans la roche. Il est à remarquer que la koswite proprement dite est plus alumineuse que la pyroxénite à laquelle elle passe graduellement.

Pour calculer la formule magmatique de la koswite, nous avons pris la moyenne des analyses des Nos 2 et 7 qui sont les spécimens les plus typiques de cette roche.

Moyenne ramené à 100 parties.			Quotients.	
SiO_2	=	40,43	0,673	
Fe_2O_3	=	11,25	0,070	
Al_2O_3	=	5,15	0,050	= 0,123 R_2O_3
Cr_2O_3	=	0,57	0,003	
FeO	=	10,31	0,143	
CaO	=	18,23	0,325	= 0,819 RO
MgO	=	14,06	0,351	
		100,00		

Coefficient d'acidité $\alpha = 1,12$

Formule magmatique: 5,4 SiO_2 : R_2O_3 : 6,7 RO.

Cette formule s'écarte sensiblement de celle assignée par M. Lœwinson-Lessing aux pyroxénites en général qui, d'après lui, répondent à: 29,6 SiO_2 : R_2O_3 : 29,6 RO, avec un coefficient d'acidité $\alpha = 1,83$. L'écart observé provient sans aucun doute de la forte proportion des oxydes R_2O_3 contenus dans la koswite, due à la présence de la magnétite libre, ce qui entraîne nécessairement comme conséquence un abaissement correspondant de la silice et des oxydes RO.

En effet, en calculant tout le Fe_2O_3 comme magnétite, on trouve que dans la koswite ordinaire ce minéral forme environ le 16,33 °/₀. En défalquant cette magnétite de la composition centésimale indiquée ci-dessus, et en calculant le restant sur 100 parties, on obtient alors la composition suivante :

SiO_2	=	48,32
Al_2O_3	=	6,15
Cr_2O_3	=	0,67
FeO	=	6,27
CaO	=	21,79
MgO	=	16,80
		100,00

Cette composition se rapproche très sensiblement de celle donnée par l'analyse du N° 10, elle représente donc bien le magma de la pyroxénite à laquelle passe la koswite par régression de la magnétite. Sans doute la proportion d'alumine est plus forte dans la moyenne ci-dessus que dans le numéro en question, mais il est probable que la présence de magnétite libre, entraîne comme conséquence une teneur en alumine plus élevée pour le pyroxène. Un argument en faveur de cette manière de voir est donné par l'examen des valeurs des indices de réfraction des différents pyroxènes de la koswite; on trouve une différence systématique entre les indices mesurés sur les pyroxènes des variétés à structure sidéronitique, et ceux des variétés où la magnétite fait défaut.

Si on calcule la formule magmatique qui correspond à l'analyse du n° 10, on obtient les résultats suivants : 31,4 SiO_2 : R_2O_3 : 40,9 RO.

Cette formule, comme on le voit, se rapproche alors beaucoup plus de celle assignée par M. Lœvinson-Lessing aux pyroxénites typiques, mais la basicité est cependant plus grande. On remarquera également que dans la koswite, le rapport moléculaire CaO : MgO est sensiblement égal à l'unité; ce rapport tombe à 0,7 dans les variétés qui passent à la pyroxénite.

§ 7. *Place de la koswite dans la classification pétrographique et considérations générales relatives à cette roche.*

Il résulte clairement de ce qui vient d'être exposé, que si la koswite au double point de vue minéralogique et géologique a une parenté incontestable avec les pyroxénites, elle n'en forme pas moins une espèce absolument nouvelle, caractérisée aussi bien par sa structure si particulière, que par sa composition magmatique. En effet, si la structure grenue à individus idiomorphes des roches basiques abyssales, est dans une certaine mesure comparable à celle correspondante des roches acides, il n'en est pas moins vrai que la structure granitoïde si importante et si étendue chez ces dernières, n'a pas encore été rencontrée jusqu'ici dans la série basique. La koswite, à cet égard, vient donc combler une lacune; elle représente trait pour trait, au point de vue de la structure, l'équivalent du granit dans la série basique, à cette différence près, toutefois, que le quartz qui, dans le granit, cimente les minéraux constitutifs, représente dans ce dernier l'élément hyperacide; tandis que, dans la koswite, c'est la magnétite, élément hyperbasique, qui joue le même rôle. Dans les deux cas, le quartz, comme la magnétite, représentent un excédent d'acide ou de base, restés libres après saturation complète des éléments qui entrent dans la composition chimique des minéraux constitutifs de la roche. La structure granitoïde prend dès lors une généralité beaucoup plus grande, et si on la définit comme résul-

tant de la présence d'un minéral cimentant les autres consolidés avant lui, elle cesse d'être liée à une forme particulière du quartz libre dans une roche acide, et n'est plus l'apanage exclusif de celle-ci, puisque nous voyons la magnétite se comporter de même. Il y a donc un parallélisme complet entre les deux séries basiques et acides des roches de profondeur, au point de vue des structures qu'elles réalisent. Quant à l'origine génétique de cette structure, il n'est nullement prouvé qu'elle soit la même pour les deux séries. Pour les roches acides, les points de fusion des divers minéraux constitutifs tels qu'ils ont été établis par M. Albert Brun[1] dans son récent et remarquable travail, montrent évidemment que le facteur température n'a joué qu'un petit rôle dans la cristallisation des éléments de la roche; ainsi pour le granit, l'ordre de consolidation habituel est le suivant : apatite et zircon, mica noir, plagioclases, orthose et quartz, ce dernier faisant ciment. Or, les points de fusion de ces divers minéraux ne concordent pas du tout avec l'ordre de consolidation observé, comme on peut le voir dans le tableau qui suit :

Minéraux.	Températures de fusion.
Apatite	1550°
Oligoclase	1260°
Orthose	1270° à 1300°
Quartz	1780°

Le quartz, comme on le voit, devrait se consolider bien avant l'orthose et les plagioclases, or, c'est l'inverse qui se présente. Il est donc évident que la cristallisation a été due à la présence d'un autre facteur, et M. Albert Brun a montré par une expérience directe, comment on pouvait réaliser la cristallisation des roches acides, et le rôle que jouait l'eau dans cette cristallisation.

Pour la koswite, comme d'ailleurs pour les autres roches basiques, il est beaucoup plus difficile de se prononcer, car les points de fusion des minéraux constitutifs s'échelonnent à peu près dans l'ordre observé pour leur consolidation; nous avons vu en effet que dans la koswite, l'olivine précédait généralement le pyroxène, et que celui-ci était à son tour antérieur à la magnétite; or, les points de fusion donnés par M. Brun pour ces divers minéraux sont les suivants :

Minéraux.	Températures de fusion.
Olivine	1750°
Pyroxènes	1210° à 1270°
Magnétite	1260°
Hornblende	1060°

[1] *Archives des sciences physiques et naturelles*, VOL. XIII, p. 352.

Sans doute la présence de la structure grenue implique en elle-même celle d'un élément minéralisateur ayant favorisé la cristallisation; mais étant donné ce qui vient d'être dit, il est difficile sinon impossible de préciser la mesure dans laquelle l'action du facteur température est comparable dans la genèse de la consolidation des roches acides et des roches basique-abyssales; il semblerait cependant que pour ces dernières, d'après les indications fournies par les points de fusion et l'examen de l'ordre de consolidation, le facteur température a dû jouer un rôle plus important que pour les premières.

CHAPITRE VIII

Description des roches du Koswinsky.
Les roches filonniennes dans la koswite.

§ 1. Généralités sur la formation filonnienne. — § 2. Les dunites sidéronitiques, minéraux constitutifs, structure. — § 3. Monographie des dunites étudiées. — § 4. Composition chimique et formule magmatique. — § 5. Les diorites-aplites et les plagiaplites, minéraux constitutifs, structure. — § 6. Monographie des types étudiés. — § 7. Composition chimique des diorites-aplites et des plagiaplites. — § 8. Les diorites filonniennes anorthiques. — § 9. Similitude de la formation filonnienne dans la koswite et le granit.

§ 1. *Généralités sur la formation filonnienne.*

Comme nous l'avons indiqué dans la partie géologique de ce travail, la koswite du Koswinsky est traversée en plusieurs points par une double venue filonnienne qui est, l'une, essentiellement basique, l'autre, acide et principalement feldspathique. Rarement, il est vrai, vu l'aspect du terrain, on peut trouver des filons encaissés dans la koswite en place, cependant la nature filonnienne de ces roches ne saurait être mise en doute. Le terme basique est de beaucoup le plus répandu,

il n'est représenté que par des dunites filonniennes qui offrent deux types différents, lesquels se distinguent aussi bien par leur aspect sur le terrain, que sous le microscope et à l'analyse chimique. Le premier, le plus commun, est représenté par des roches vertes toujours plus ou moins serpentineuses, profondément altérées et recouvertes de leur croûte de décomposition jaunâtre ; ces dunites ne montrent aucune différence avec les mêmes roches massives dont nous reparlerons plus loin, nous les décrirons par conséquent dans le chapitre qui leur sera consacré. Le second, plus rare, est formé par des roches grenues, d'un vert olive ou encore plus ou moins noirâtre ; elles ne s'altèrent jamais aussi profondément et ne subissent qu'une rubéfaction superficielle. Elles sont aussi plus denses que les précédentes, et ne serpentinisent pas de la même façon. C'est exclusivement de ces roches dont il sera question dans le paragraphe qui va suivre.

Le terme plus acide est représenté par des roches aplitiques d'un type spécial, qui feront l'objet d'une étude détaillée.

§ 2. *Les dunites sidéronitiques, minéraux constitutifs, structure.*

Ces roches de couleur toujours foncées, sont en général finement grenues. A l'œil nu, elles paraissent exceptionnellement riches et magnétite, cet élément est associé aux petits grains d'olivine d'une façon qui paraît très régulière, il semble assez uniformément réparti dans la masse. Souvent ces roches paraissent présenter une certaine schistosité, et se débitent en plaquettes. Sous le microscope, les éléments constitutifs de ces dunites sont : l'olivine, la magnétite, les spinelles chromifères, et accidentellement le pyroxène.

OLIVINE

C'est de beaucoup le minéral prépondérant, il se présente en grains idiomorphes à contours généralement arrondis, munis de leurs craquelures caractéristiques. Sur plusieurs de ces grains, on observe le clivage $g^1 = (010)$ assez discontinu. En lumière naturelle, cette olivine est absolument incolore et hyaline. Les indices mesurés directement ont donné les résultats suivants :

Tableau des indices de l'Olivine de la dunite sidéronitique, pour la raie D.

Numéro de la coupe.	Orientation de la section.	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
20	Sn_g	1,7089 1,7090	1,6899	1,6720	0,0369	0,0190	0,0179

La biréfringence maxima n_g-n_p mesurée directement au comparateur, a été trouvée de 0,034. Le signe optique est positif, l'angle des axes optiques 2V calculé pour la lumière jaune d'après les indices a été trouvé de 88°, la dispersion $= \rho < v$.

D'habitude, lorsque l'olivine est à l'état frais, elle ne renferme pas d'inclusion à l'exception cependant de quelques petits grains opaques d'un minéral ferrugineux toujours très rare, qui est probablement du fer chromé.

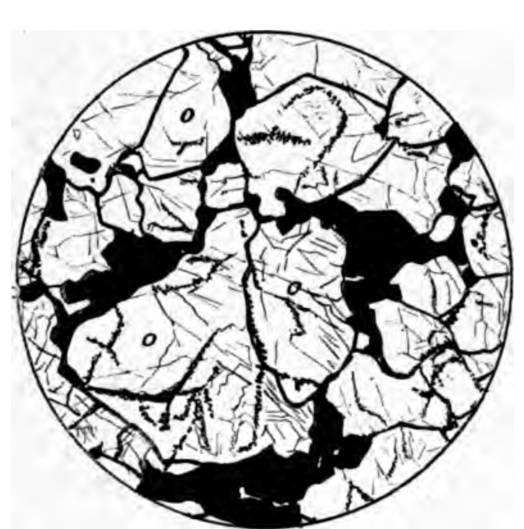
PYROXÈNE

Il est accidentel, on en trouve une ou deux sections seulement par préparation, parfois même il manque complètement. Il est très légèrement verdâtre et paraît répondre entièrement par ses caractères à celui de la koswite.

HORNBLENDE

Elle est également rare, moins cependant que le pyroxène, et toujours liée à la magnétite qu'elle circonscrit; ses caractères optiques sont identiques à ceux du même minéral de la koswite.

MAGNÉTITE



Dunite sidéronitique. Coupe n° 6. Chambre claire. Lumière naturelle. Grossissement = 13 diam. O = olivine. La coupe montre les plages sidéronitiques de magnétite moulant l'olivine.

Elle forme de belles et grandes plages sidéronitiques moulant les grains d'olivine. Dans certaines variétés elle est exceptionnellement abondante, la structure de la roche rappelle alors absolument celle de certaines météorites. Ces plages sidéronitiques renferment souvent des grains de spinelle chromifère d'un beau vert foncé, il est à remarquer que lorsqu'elles sont bordées par la hornblende, c'est toujours dans le voisinage immédiat de la koswite.

ALTÉRATIONS SECONDAIRES

Les phénomènes d'altération consistent en une légère serpentinisation le long des cassures curvilignes, qui a comme conséquence la formation d'une antigorite d'un beau jaune, avec séparation de magnétite secondaire sous forme d'une série de petits grains opaques, qui viennent ainsi souligner les cassures du péridot et y dessiner de véritables petits réseaux ferrugineux. Ces roches n'accusent pas des phénomènes dynamiques intenses, elles sont relativement d'une très grande fraicheur.

§ 3. *Monographie des dunites étudiées.*

N° 6. Près du quatrième puits en descendant.

Roche noirâtre, finement grenue. Sous le microscope elle est presque entièrement formée par de l'olivine avec les caractères habituels. Beaucoup de magnétite en plages sidéronitiques, avec quelques grains de spinelle. Très peu de hornblende brune entourant certaines plages de magnétite. Quelques cassures serpentineuses soulignées par de l'oxyde de fer.

N° 9. Flanc sud du Koswinsky, à la cote 1080 m.

Roche légèrement schisteuse, plus verdâtre que la précédente. Elle est entièrement formée d'olivine grenue, dont les cristaux idiomorphes se touchent directement. Les plages sidéronitiques sont rares et petites, bien que toujours caractéristiques. Un peu de hornblende sous sa forme habituelle, pas de spinelles chromifères.

N° 26. Flanc sud-ouest du Koswinsky.

L'olivine forme de beaucoup l'élément prépondérant, les cristaux sont réunis par quelques superbes plages sidéronitiques de magnétite avec spinelles chromifères; la coupe renferme un ou deux cristaux de pyroxène.

N° 20. En descendant du sommet, au flanc nord-ouest, point coté 1380 m.

Cet échantillon est en tous points identique au N° 9. La magnétite y devient très rare, sans toutefois quitter sa forme sidéronitique.

N° 27. Dunite, flanc sud-ouest du Koswinsky.

Cette roche grenue, d'un beau vert foncé, est presque entièrement formée d'olivine en grains idiomorphes directement pressés les uns contre les autres; quelques cristaux de diallage avec les caractères habituels. Magnétite rare, en petites plages faisant localement ciment. La roche est serpentinisée sur les cassures. L'antigorite formée est d'un beau jaune d'or.

§ 4. *Composition chimique et formule magmatique.*

Dans l'analyse qui suit, le chrôme n'a pas été séparé de l'alumine, il prédominait cependant de beaucoup dans le mélange des deux oxydes.

Analyse du n° 26.

SiO_2	=	31,84
Fe_2O_3	=	15,63
Cr_2O_3 / Al_2O_3	=	1,37
FeO	=	14,25
MnO	=	traces
CaO	=	0,91
MgO	=	33,10
Perte au feu	=	2,49
		99,59

Si l'on calcule tout l'oxyde ferrique en magnétite, on trouve que ce minéral forme le 23,2 % de la roche, et si l'on défalque cette magnétite et ramène le restant à 100 parties, on arrive aux chiffres suivants :

SiO_2	=	41,75
Cr_2O_3 / Al_2O_3	=	1,79
CaO	=	1,19
FeO	=	8,60
MgO	=	43,41
Perte au feu	=	3,26
		100,—

Cette composition se rapproche beaucoup, comme nous le verrons, de celle des dunites massives dont il sera question plus loin.

La dunite sidéronitique représente donc un des types les plus basiques connus, sa formule magmatique se déduit des opérations suivantes :

		Composition centésimale.		Quotients.	
SiO_2	=	32,79	=	0,546	
Cr_2O_3	=	1,41	=	0,009	0,114 R_2O_3
Fe_2O_3	=	16,09	=	0,105	
FeO	=	14,68	=	0,203	
CaO	=	0,95	=	0,016	10,71 RO
MgO	=	34,08	=	0,852	
		100,—			

Coefficient d'acidité α = 0,79.

Formule magmatique = 5,4 SiO_2 : 1,1 R_2O_3 10,7 RO.

§ 5. *Les diorites-aplites et les plagiaplites, minéraux constitutifs, structure.*

Nous donnerons le nom de diorites-aplites à des roches filonniennes holocristallines, à structure panidiomorphe grenue, de type toujours leucocrate, qui sont formées par la réunion d'un plagioclase prédominant, avec une hornblende assez rare et disséminée. Ces roches qui peuvent présenter parfois un excès de quartz libre, passent par la disparition presque complète de l'élément noir, à des types formés exclusivement d'un plagioclase grenu avec ou sans quartz, pour lesquels nous avons proposé le nom de plagiaplites.

Sur le terrain, ces deux roches se présentent sous des aspects un peu différents; les diorites-aplites sont toujours à grain fin, de couleur claire, très feldspathiques, l'élément noir y est de petite taille, rare, et très uniformément réparti. Certains spécimens cependant, présentent des « schlieren » basiques très localisés, qui rappellent absolument certains amas d'amphibole rencontrés dans les filons de granulite qui traversent les amphibolites du Mont-Blanc en les résorbant incomplètement. Les plagiaplites sont des roches saccharoïdes à grain généralement plus grossier que les précédentes; elles sont toujours dépourvues de « schlieren » basiques, et ne renferment que quelques petits cristaux de hornblende, ce minéral peut même manquer complètement. Les plagiaplites restent étroitement liées aux diorites-aplites, mais l'absence ou la grande rareté de l'élément noir, de même que la composition centésimale de ces roches, nécessitaient pour elles une appellation nouvelle.

Les minéraux constitutifs des diorites-aplites et des plagiaplites sont : la hornblende, les plagioclases, le quartz, puis accessoirement le mica noir ou blanc, le sphène et le zircon; les minéraux secondaires sont : le kaolin, la chlorite, la zoïsite, l'épidote et la calcite.

HORNBLENDE

Ce minéral, qu'il soit rare ou abondant, présente des caractères très uniformes. Il se rencontre en prismes courts, généralement peu colorés, sans contours géométriques, avec les clivages m=(110); rarement il existe des mâcles selon $h^1=(100)$; sur $g^1=(010)$, n_g s'éteint à 21°, la bissectrice aiguë $=n_p$, la biréfringence maxima $n_g - n_p = 0{,}023$ (compensateur). Le polychroïsme donne n_g = vert assez pâle, n_m = vert brunâtre, n_p = jaunâtre, presque incolore. On observe fréquemment que le centre des cristaux est plus coloré que la périphérie, la bordure est dans ce cas légèrement plus biréfringente. Dans la hornblende on rencontre encore, mais rarement, quelques inclusions de magnétite, puis il existe parfois des petits grains noirs absolument analogues à ceux que l'on trouve à l'intérieur du diallage.

PLAGIOCLASES

Ils sont dans la règle très fortement kaolinisés, souvent indéterminables. Ils présentent un allongement selon $pg^1 = (001)$ (010), sont mâclés selon l'albite, plus rarement selon la loi de Karlsbad ou encore celle de la péricline. Les cristaux sont zonés, on distingue d'habitude deux ou trois zones au plus. En thèse générale le noyau est toujours plus basique que la périphérie, on y rencontre le labrador $Ab_1 An_1$ ou encore l'andésine basique $Ab_5 An_3$, la bordure est formée par des termes compris entre Ab et l'oligoclase acide Ab_4An_1, la zone intermédiaire enfin est fréquemment de l'oligoclase normal. On ne rencontre jamais d'orthose.

QUARTZ

Il est quantitativement assez variable et peut même manquer complètement. Il se distribue entre les cristaux de feldspath, et forme des petites plages isolées, d'aspect pegmatoïde.

MINÉRAUX ACCESSOIRES

Les minéraux qui viennent ensuite sont généralement rares et ne jouent qu'un rôle très secondaire. Le sphène n'a été rencontré que dans une seule préparation, il en est de même du zircon. Le mica noir est très rare également, une ou deux sections seulement ont été vues dans les types étudiés; le minéral est d'ailleurs toujours complètement chloritisé; quant au mica blanc, il paraît plus fréquent, mais on n'en rencontre qu'une ou deux lamelles par préparation.



Plagiaplite. Coupe n° 1027. Chambre claire. Grossissement = 13 diam. A = amphibole. f = Feldspath. Q = quartz.

MINÉRAUX SECONDAIRES

Parmi les minéraux secondaires, l'épidote est le plus répandu. On en trouve presque toujours un ou deux grains qui sont de couleur jaunâtre en lumière naturelle, et qui parfois affectent la disposition en petites plages allotriomorphes. D'autres fois elle se rencontre à l'état d'inclusion à l'intérieur des feldspaths. L'épidote est presque toujours associée à la zoïsite, ces deux minéraux dessinent souvent un véritable squelette à l'intérieur de certains plagioclases.

La chlorite se rencontre également dans ces roches, elle est peu colorée et à

peine polychroïque, elle semble épigéniser toujours un mica préexistant. Quant au kaolin, il est très répandu et remplit l'intérieur des feldspaths qui perdent ainsi toute trace de lamelles hémitropes. On remarque fréquemment dans une même préparation des plagioclases qui sont entièrement kaolinisés, et d'autres qui restent d'une remarquable fraicheur. Souvent aussi le centre kaolinisé est chargé d'épidote, tandis que la bordure est absolument fraiche et parfaitement déterminable, ce qui provient sans doute d'une différence primordiale dans la composition, le centre ayant été plus riche en chaux et par conséquent plus facilement altéré.

STRUCTURE

La structure de ces roches est parfaitement grenue, parfois même miarolithique. Les divers éléments sont idiomorphes, et les cristaux feldspathiques pénètrent dans les vides remplis ici par du quartz, qui, par suite de ce phénomène, prend des formes pegmatoïdes. Le quartz peut d'ailleurs manquer totalement, dans ce cas les feldspaths se touchent alors directement par leurs contours. Les différents échantillons examinés ne présentaient pas de traces dé phénomènes dynamiques.

§ 6. *Monographie des types étudiés.*

N° 1024. Eboulis au-dessus du col séparant le Koswinsky de l'éperon.

Roche blanche, saccharoïde, à grain moyen, paraissant entièrement feldspathique. A l'œil nu, quelques rares et petites ponctuations d'élément noir; sous le microscope, la roche est presque entièrement composée de plagioclases, on y rencontre en effet deux petites sections de biotite entièrement chloritisée, quelques lamelles de mica blanc, puis un cristal de hornblende. Les plagioclases sont en partie kaolinisés avec quelques lamelles de damourite secondaire.

1° Section Sn_p mâclée selon Ab, 1 = Sn_p.

Extinction sur 1 = 25°
» 1′ = 27° } = 43 % An, voisin de l'andésine (de M. Fouqué).

2° Section perpendiculaire à g^1 = (010), zonée, mâclée selon Ab, E = 32°.

Extinction de a = 23° ½ en sens inverse de E. — 40 % An, andésine (Fouqué).

Extinction de b = 4° ½ » » » E. — 20 % An, voisin de $Ab_4 An_1$.

Extinction de c = 4° ½ dans le sens de E. — 10 % An, voisin de l'oligoclase albite (Fouqué); a, est perpendiculaire à la bissectrice n_p.

3° Section mâclée selon Ab et K.

Extinction sur 1 = + 18° sur 2 = − 5°
» » 1′ = − 13° » 2′ = + 10° } = Andésine $Ab_5 An_3$.

La bordure au contact d'un quartz, a donné $\delta^1 > 0\ \delta^2 < 0$ = oligoclase de silice.

4° Section mâclée selon Ab et K, perpendiculaire à g^1 = (010).

Extinction sur 11′ = 0° 1 = 0° } Labrador Ab_1 An_1.
» » 22′ = 30° 2′ = 15° }

Les feldspaths sont surchargés de kaolin et renferment quelques grains d'épidote. Quartz assez abondant, en petites plages cunéiformes remplissant les interstices laissés vides entre les cristaux de plagioclase.

N° 1025. Plagiaplite même localité.

Cette roche est absolument identique au numéro précédent, sous le microscope on observe une seule petite section de hornblende d'un vert très pâle, puis une ou deux petites lamelles de mica blanc. Les plagioclases sont assez frais.

1° Section mâclée selon Ab et K perpendiculaire à g^1 = (010).

Extinction sur 11′ = 24° 1 = 12° } = Andésine Ab_5 An_3.
» » 22′ = 32° 2′ = 16° }

2° Section g^1 = (010) zonée E = 37°.

Extinction sur a = — 5°. — 36 % An, Andésine Ab_5 An_3.
» » b = 0°. — 30 % An, Entre Ab_8 An_1 et Ab_5 An_3.

3° Section mâclée selon Ab perpendiculaire à g^1 = (010), zonée, E = 36°.

Extinction sur a, Sn_p = 20° en sens inverse de E. — 38 % An, voisin de l'andésine (Fouqué.)
» » b = 15° » » » E. — 34 % An, Andésine Ab_5 An_3.

Quartz faisant ciment entre les plagioclases. Un peu d'épidote secondaire.

N° 1026. Plagiaplite, même provenance.

Roche blanche, très semblable aux précédentes. Sous le microscope, pas d'élément noir à l'exception d'une seule section de hornblende. Un grain de sphène et un de zircon. Feldspath très abondant.

1° Section g^1 = (010).

Extinction de n_p, à — 7°. — 37 % An, Andésine voisin de Ab_5 An_3.

2° Section zonée mâclée selon Ab, perpendiculaire à g^1 = (010). E = 20°.

Extinction sur a = 7° en sens inverse de E. — 30 à 40 % An, voisin de Ab_5 An_3.
» » b = 0° » » de E. — 10 à 20 % An, Oligoclase.

3° Section zonée mâclée selon Ab, E = 41°.

Extinction sur a = 14° en sens inverse — 30 à 50 % An.
» » b = 5° » » — 10 à 20 % An.

4° Section g' = (010).

Extinction de n_p = — 10°. — 42 % de An = Andésine (Fouqué). Peu de quartz sous la forme habituelle, un peu de chlorite, puis de l'épidote et de la zoïsite.

N° 1027. Plagiaplite même localité.

Absolument identique au numéro précédent, mais plus pauvre en quartz; les feldspaths sont complètement kaolinisés et indéterminables.

N° 1028. Diorite-aplite même localité.

Roche leucocrate, à grain fin, pauvre en éléments noirs uniformément distribués dans la masse. Au microscope, la hornblende présente quelques rares sections peu colorées à caractères optiques ordinaires, les plagioclases complètement kaolinisés sont indéterminables. Le quartz est rare et forme quelques petites plages qui relient les feldspaths.

N° 16. Diorite-aplite, flanc sud-est du Koswinsky.

Cette roche représente un fragment d'une traînée mélanocrate, qui, sous le microscope, semble formée en parties presque égales de hornblende et de feldspath. La hornblende est toujours peu colorée et garde les mêmes caractères optiques, son extinction est de 21°, sa biréfringence n_g-n_p = 0,023, bissectrice aiguë n_g, polychroïsme = n_g vert pâle, n_p presque incolore. Les feldspaths sont indéterminables et remplacés par des plages polarisant en agrégats, formées par du kaolin et quelques paillettes de damourite. Il n'existe pas de quartz à l'état libre, la structure est grenue.

N° 17. Ce numéro est un fragment de la roche leucocrate dans laquelle se trouvait le N° 16. Elle est très feldspathique, et composée des mêmes éléments; le quartz y apparaît sous la forme habituelle. Les plagioclases sont entièrement kaolinisés et indéterminables.

N° 18. Diorite-aplite, même provenance.

C'est une roche leucocrate, l'élément noir est de petite taille uniformément répartis dans la masse. Sous le microscope, on observe quelques sections de hornblende avec les caractères habituels, elles renferment des inclusions de magnétite primaire. Les feldspaths sont entièrement kaolinisés; quelques lamelles encore visibles donnent pour les extinctions des chiffres qui se rapportent aux variétés indiquées précédemment. Quartz en plages cunéiformes qui ressoude les éléments.

19. Plagiaplite, même provenance.

Cette roche à grain fin parait exclusivement feldspathique, elle ne renferme, en effet qu'un ou deux petits mouchetages d'élément noir. Les feldspaths y sont complètement kaolinisés et indéterminables. Le quartz, fort rare, ne constitue que quelques plages isolées entre les feldspaths.

§ 7. *Composition chimique des diorites-aplites et des plagiaplites.*

Les analyses suivantes montrent la composition de ces différentes roches et leur analogie chimique.

	N° 18	N° 19	N° 1024	N° 1028
SiO_2	56,87	56,65	62,00	60,42
Al_2O_3	25,62	25,59	22,71	23,38
Fe_2O_3		0,57	0,85	0,52
CaO	9,55	8,22	7,12	7,68
MgO	0,66	0,34	0,21	0,36
K_2O	0,81	0,25	0,43	0,48
Na_2O	6,18	6,62	6,70	6,93
Perte au feu	1,79	2,38	1,38	1,81
	101,48	100,62	101,40	101,58

N° 18. = Diorite-aplite leucocrate.

N° 19. = Plagiaplite très pauvre en quartz et en élément noir.

N° 1024. = Plagiaplite quartzifère.

N° 1028. = Diorite-aplite leucocrate et quartzifère, très analogue aux numéros précédents.

Les analyses de ces roches montrent l'incontestable parenté qui lie les diorites-aplites avec les plagiaplites, c'est là évidemment l'expression d'un magma feldspathique presque pur, qui, dans les diorites-aplites, devient légèrement plus basique par l'apparition de l'amphibole. En effet, les analyses des n°s 18 et 19 correspondent à de l'andésine presque pure, il en est de même des n°s 1024 et 1028 qui sont plus acides et rappellent déjà mieux les oligoclases basiques. Il n'est pas impossible d'ailleurs que la hornblende soit purement accidentelle dans ces roches, et que les filons aient

été primitivement exclusivement feldspathiques, l'amphibole proviendrait alors d'un pyroxène pris au passage, et transformé subséquemment en amphibole. Pour calculer la formule magmatique de ces plagiaplites, nous avons pris la moyenne des quatre analyses ci-dessus :

Moyenne ramenée à 100 parties.		Quotients.		
SiO_2 =	59,48	0,9913		
Al_2O_3 =	24,10	0,2362	0,2403 R_2O_3	
Fe_2O_3 =	0,66	0,0041		
CaO =	8,21	0,1466	0,155 RO	0,2691 R_2O+RO
MgO =	0,39	0,0097		
K_2O =	0,49	0,0052	0,1128 R_2O	
Na_2O =	6,67	0,1076		
	100,00			

Coefficient d'acidité $\alpha = 1,99$.

Rapport $R_2O : RO = 1 : 1,38$.

Formule magmatique $= : 4,12\ SiO_2 : R_2O_3 : 1,12\ RO$.

Ce magma est, comme on peut le voir, assez particulier; celui dont il se rapprocherait le plus serait le magma trachy-andésitique répondant à la formule :

$$4,46\ SiO_2 : R_2O_3 \,.\, 1,4\ RO \text{ avec } \alpha = 1,79 \text{ et } R_2O : RO = 1 : 1,1.$$

§ 8. *Les diorites filonniennes anorthiques.*

Sur le flanc sud du Koswinsky, nous avons rencontré parmi les blocs de koswite quelques menus débris d'une roche fort différente des précédentes qui, sans doute est filonnienne aussi, et présente une analogie frappante avec d'autres roches qui traversent la dunite massive et dont nous reparlerons ultérieurement. Ces roches sont mélanocrates et paraissent très riches en hornblende, elles doivent exister en très petits filons, comme le laisse penser leur rareté, ainsi que la petitesse des cailloux rencontrés. Sous le microscope, cette roche est formée de magnétite, de hornblende et de plagioclase basique.

MAGNÉTITE

Elle est très abondante, et se rencontre quelquefois à l'intérieur de la hornblende, mais rarement. Elle forme plutôt de petites plages sidéronitiques reliant entre eux les cristaux d'amphibole.

HORNBLENDE

Elle se présente en cristaux faiblement allongés selon la zone prismatique; les formes m = (110) et g^1 = (010) sont reconnaissables; les clivages m = (110) sont toujours nets. Les mâcles selon h^1 = (100) sont nombreuses, simples ou multiples. Sur g^1 = (010) l'extinction se fait à 17° ½ de l'allongement positif (Oculaire Calderon); la bissectrice aiguë = n_p, le polychroïsme est intense et donne n_g = brun verdâtre foncé, n_m = brunâtre, n_p = jaunâtre très pâle. Les trois indices principaux ont été mesurés très exactement, les valeurs suivantes ont été trouvées :

Tableau des indices de la hornblende pour la raie D.

Numéro de la coupe.	Orientation de la section.	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
14	Sn_p	1,6806	1,6701	1,6593 1,6590	0,0215	0,0105	0,0110

La valeur calculée de l'angle des axes optiques 2V pour la lumière jaune = 89°; une détermination directe faite au réticule a donné un angle voisin de 90°. Cette hornblende est donc très particulière, elle se distingue de la hornblende ordinaire par la valeur de ses indices qui est plus élevée, tandis que la biréfringence est plus faible, la valeur de 2V est surtout très caractéristique. Nous considérons cette variété d'amphibole comme nouvelle et distinctes de celles connues jusqu'ici.

PLAGIOCLASES

Ils sont toujours fortement altérés et sillonnés par un réseau de craquelures qui ont servi de point de départ à la décomposition. Celle-ci a donné naissance à du kaolin, en laissant des noyaux feldspathiques encore déterminables. Sur les individus mâclés selon l'albite, on a mesuré dans la zone de symétrie des angles oscillant entre 29° et 36°; la section qui donnait le maximum était voisine de la biréfringence maxima, elle ne présentait point de bissectrice en lumière convergente. On peut en conclure par là à l'existence d'un labrador-bytownite, ou d'une anorthite.

STRUCTURE

La structure de ces roches est toujours grenue, le feldspath cristallise dans les interstices du réseau formé par l'enchevêtrement des cristaux de hornblende.

§ 9. *Similitude de la formation filonnienne dans la koswite et le granit.*

Il est intéressant de constater au Koswinsky l'existence simultanée d'une double formation filonnienne représentée par des roches aussi différentes. Les dunites filonniennes jouent évidemment par rapport à la koswite le rôle des aplites ordinaires vis-à-vis du granit; les premières sont l'exagération basique du magma différencié en koswite, les secondes l'exagération acide du magma différencié en granit. Il y a donc une analogie de plus entre les roches basiques et acides de profondeur, et non seulement la structure et le mode de gisement sont les mêmes, mais toutes deux sont encore accompagnées d'une venue filonnienne parfaitement comparable, avec cette différence toutefois que, dans le granit roche acide, le filon est en général plus acide que la roche encaissante, tandis que dans la koswite, roche basique, c'est l'inverse qui a lieu.

Quant à la coexistence au Koswinsky de filons ultrabasiques comme les dunites, avec des filons feldspathiques relativement acides comme les plagiaplites, elle peut paraître singulière de prime abord; elle est cependant absolument comparable à ce que l'on observe dans les massifs granitiques, où à côté de filons aplitiques très acides, il existe des venues lamprophyriques toujours très basiques; il y a ici simplement inversion du phénomène. Cette présence de filons feldspathiques dans une roche aussi basique que la koswite, pourrait peut-être s'expliquer en admettant que la fixation du feldspath, comme minéral constitutif associé aux éléments ferro-magnésiens, n'est possible que dans certaines conditions qui dépendent de la composition du magma. Si ce dernier ne réalise point cette composition, il y a pour ainsi dire incompatibilité, et séparation de l'élément feldspathique sous forme de filons distincts.

CHAPITRE IX

Description des roches du Koswinsky. Les gabbros a olivine du Pharkowsky et du Malinky-Ouwal.

§ 1. Généralités sur les gabbros, minéraux constitutifs, structure, altérations et phénomènes dynamiques. — § 2. Monographie des types étudiés. — § 3. Composition chimique et formule magmatique. — § 4. Les pyroxénites, minéraux, structure, etc. — § 5. Monographie des pyroxénites étudiées.

§ 1. *Généralités sur les gabbros, minéraux constitutifs, structure, altérations et phénomènes dynamiques.*

Les gabbros à olivine qui forment le Pharkowsky et le Malinky-Ouwal, sont des roches foncées, de couleur noirâtre ou verdâtre, toujours fortement mélanocrates bien que l'élément blanc y soit visible à l'œil nu et très uniformément réparti. Le grain de ces roches est généralement fin, on ne rencontre pas de variétés dans lesquelles le diallage est aussi largement cristallisé que dans la koswite. L'olivine n'est d'habitude pas visible à l'œil nu, et indépendamment de leur feldspath, l'aspect de ces roches est bien différent de celui de la koswite. Les minéraux constitutifs de ces gabbros sont : l'apatite, l'olivine, les pyroxènes, le mica brun, la magnétite, puis les plagioclases.

APATITE

Elle est toujours rare et a été rencontrée seulement dans quelques-unes de ces roches. Elle se présente en prismes allongés suivant l'axe principal, dont la dimension n'excède pas 0,3 à 0,4 de mm.

OLIVINE

Ce minéral joue un rôle très subordonné à celui du pyroxène, sa consolidation est antérieure à celle de ce dernier minéral qui la moule manifestement, et qui forme avec elle des associations pœcilitiques dans lesquelles certains individus d'olivine conservent des profils reconnaissables. D'habitude l'olivine se rencontre en grains arrondis et craquelés, transparents et incolores. Elle renferme en inclusion, mais rarement, quelques grains opaques, et d'apparence octaédrique, d'un minéral ferrugineux. Rarement l'olivine présente le clivage $g^1 = (010)$, sa biréfringence maxima n_g-n_p

mesurée directement, a été trouvée de 0,036; l'angle 2V est grand, la bissectrice est positive = n_g, la dispersion se fait dans le sens de $\rho < v$.

PYROXÈNES

Ceux-ci forment de beaucoup l'élément principal, ils appartiennent à une série de variétés comprises entre le diopside et les diallages-augites. Les cristaux sont fréquemment de dimension supérieure aux autres éléments qui, eux, sont isométriques; ils sont faiblement allongés selon l'axe vertical et ne présentent pas de contours déterminés. Les clivages m = (110) existent toujours, par contre les plans de séparation selon h^1 = (100) font défaut. On observe parfois des mâcles selon p = (001) simples ou formées de plusieurs individus. Les pyroxènes renferment fréquemment des inclusions lamellaires, de couleur brune, translucides, qui présentent la forme de petits parallélogrammes; ces lamelles s'orientent généralement selon deux directions conjuguées, elles peuvent même se grouper dans l'intérieur des cristaux et dessiner alors certains profils qui manquent à l'extérieur du minéral. Au point de vue optique, les pyroxènes en lumière naturelle sont légèrement verdâtres. Sur g^1 = (010) l'extinction varie entre 40° et 45°, les indices de réfraction ont été mesurés directement sur plusieurs spécimens différents, les valeurs suivantes ont été trouvées :

Tableau des indices de réfraction des pyroxènes pour la raie D.

Numéro de la coupe.	Orientation de la section.	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
122	Sn_p	1,7204	1,7013	1,6956	0,0250	0,0191	0,0059
		1,7188		1,6952			
122	[1]Sn_g	1,7190	1,6993	1,6961	0,0229	0,0197	0,0032
23	Sn_m	1,7204	1,7002	1,6948	0,256	0,0202	0,0054

Le signe optique est positif, l'angle des axes 2V a été mesuré sur plusieurs spécimens, il varie, de même que les indices, ce qui confirme l'existence simultanée de plusieurs pyroxènes un peu différents:

Numéros des coupes.	Méthode employée.	Angle 2V mesuré.	Angle 2V calculé.
122	Réticule.	59.14	58°8
23	—	—	55°

[1] Les mesures sur cette section sont un peu moins bonnes que celles faites sur la section Sn_p, elles ont été faites seulement dans le but de vérifier si la section Sn_g qui a servi à mesurer 2V appartient à la même variété de pyroxène.

On observe une dispersion dans le sens de $\rho > v$. Certains de ces pyroxènes ont une structure zonaire ou encore affectent la disposition dite en sablier; ce dernier phénomène est très rare d'ailleurs.

BIOTITE

Ce minéral n'est jamais abondant, il se rencontre cependant constamment dans les gabbros et y joue un rôle analogue à celui de la hornblende dans la koswite. Il est étroitement lié à la magnétite qui le borde et le frange toujours. Au point de vue optique, il est rigoureusement uniaxe négatif, l'extinction se fait parallèlement au clivage p = (001), la biréfringence n_g-n_p = 0,04, le polychroïsme est intense et donne n_g = rouge brun très foncé, n_p = jaune brunâtre pâle.

MAGNÉTITE

Cet élément est beaucoup moins répandu que dans la koswite, il forme ici également des petites plages sidéronitiques qui relient les pyroxènes, et qui renferment aussi quelques petits grains de spinelles chromifères.

FELDSPATHS

Les feldspaths sont très réduits dans les gabbros à olivine du Pharkowsky-Ouwal. Parfois ils sont complètement altérés et transformés en kaolin, d'autres fois ils sont très frais et bien déterminables. Ils sont mâclés selon l'albite Karlsbad, puis aussi selon la péricline, dans ce dernier cas la mâcle est simple et rarement combinée à celle de l'albite. De nombreuses déterminations faites sur des sections variées ont montré la présence de termes compris entre le labrador Ab_1 An_1 et l'anortite An, mais les types les plus fréquents sont les labradors basiques ou la bytownite.



Gabbro à olivine. Coupe n° 44. Chambre claire. Lumière naturelle. Grossissement = 22 diam. O = olivine. P = pyroxène. Les feldspaths sont dessinés avec les nicols croisés. La coupe montre la localisation du feldspath dans les cryptes.

STRUCTURE

Le mode d'agrégation des minéraux constitutifs le plus répandu est le suivant : les éléments ferromagnésiens qui se touchent directement, ou sont reliés localement par des plages de magnétite sidéronitique, laissent entre eux des espèces de cryptes dans lesquelles le feldspath a cristallisé sous forme d'une

masse plus finement grenue, voire même micro-grenue. Plus rarement, le feldspath est uniformément disséminé parmi les minéraux constitutifs; dans ce dernier cas il est souvent de plus petite taille et se présente alors en grains irréguliers; d'autres fois encore les éléments ferro-magnésiens réunis par plages sont disséminés dans une base feldspathique grenue, mais presque toujours complètement kaolinisée.

PHÉNOMÈNES DYNAMIQUES ET ALTÉRATIONS SECONDAIRES

Les phénomènes dynamiques sont très intenses sur certains spécimens, beaucoup moins sur d'autres, ce fait est d'autant plus curieux que la koswite est en général beaucoup moins maltraitée. Les gabbros sont fréquemment écrasés et transformés en brèche microscopique par écrasement de leurs minéraux constitutifs. Souvent les cristaux de pyroxène ou d'olivine sont entourés d'une véritable auréole d'esquilles; puis les feldspaths sont tordus, leurs lamelles hémitropes sont courbées et sinueuses, et leurs extinctions deviennent tellement onduleuses qu'il est souvent impossible d'en faire une détermination précise. Lorsque le dynamo-métamorphisme va plus loin, l'olivine est alors complètement broyée et transformée en une espèce de pâte d'apparence micro-grenue, qui moule et enveloppe les cristaux de diallage fréquemment étirés suivant une direction déterminée. L'aspect de ces variétés rappelle alors singulièrement celui de certains gneiss glandulaires dynamo-métamorphiques, où le quartz joue le même rôle que l'olivine dans les gabbros en question. Lorsque la compression est encore plus forte, le diallage même est atteint, et les cristaux se subdivisent tout d'abord en plusieurs individus orientés optiquement d'une manière différente; puis l'écrasement devenant complet, il est alors impossible de distinguer la structure primitive de la roche.



Gabbro à olivine. Coupe n° 122. Lumière naturelle. Grossissement = 22 diam. O = olivine. P = pyroxène. Mica brun. F = masse feldspathique kaolinisée. La coupe montre les éléments ferro magnésiens soudés en plages qui sont disséminés dans une masse feldspathique complètement kaolinisée.

Les altérations secondaires consistent principalement dans la kaolinisation complète des plagioclases, qui sont transformés en amas de substance opaque et grisâtre. L'olivine est aussi fréquemment altérée soit par serpentinisation, soit

par rubéfaction; dans le premier cas il y a séparation de produits ferrugineux sous forme de ponctuations.

§ 2. *Monographie des types étudiés.*

N° 21. Au sud-sud-est de l'isba. Roche en place dans la forêt, cote 740 m.

Roche noire, peu feldspathique. Au microscope, on y trouve un peu d'apatite libre ou en inclusions dans l'élément noir. Olivine rare, en grains arrondis et hyalins, avec commencement de serpentinisation et de rubéfaction secondaire. Beaucoup de pyroxène en cristaux vert pâle, volumineux, renfermant des inclusions opaques et de la magnétite, extinction sur $g^1 = (010) = 46°$. Magnétite en petites plages sidéronitiques soudant les pyroxènes et l'olivine. Peu de mica rouge enveloppant les plages de fer oxydulé et toujours sous sa dépendance immédiate. Feldspath plutôt rare en partie altéré.

1° Section mâclée selon Ab et K, perpendiculaire à $g^1 = (010)$

Extinction de 1 1' = 19° 1 = 9° ½ } = Labrador $Ab_1\ An_1$,
id. 2 2' = 55° 2 = 27° ½ }

1 est voisin de la biréfringence maxima. 2 est voisin de Sn_p.

2° Section mâclée selon Ab et K.

Extinction de 1 = — 19° 2 = + 25° } = Labrador $Ab_1\ An_1$
» 1' = + 16° 2' = — 22° }

La structure est cryptique, le feldspath grenu cristallise dans les vides existant entre les plages d'éléments ferro-magnésiens.

N° 22. Dans la dépression entre le Koswinsky et le Pharkowsky-Ouwal, au sud de l'isba.

Olivine assez rare; pyroxène abondant, riche en inclusions, présentant localement des associations pœcilitiques avec l'olivine. Quelques mâcles selon p = (001), l'extinction sur $g^1 = (010)$ de 43°. Magnétite en petites plages sidéronitiques avec quelques spinelles chromifères. Mica rouge abondant, toujours lié à la magnétite. Plagioclase rare, très frais sur certains points, complètement kaolinisé sur d'autres. La variété se rattache au labrador. Phénomènes dynamiques intenses, structure d'écrasement (Mörtelstructur) manifeste.

N° 23. Flanc oriental de l'extrémité sud du Pharkowsky-Ouwal.

Peu d'olivine libre ou en association pœcilitique avec le pyroxène. Elle est en partie rubéfiée par les actions secondaires. Pyroxène en cristaux nombreux, riche

en inclusions lamellaires, extinction = 45°. Magnétite en plages sidéronitiques soudant les éléments ferro-magnésiens et bordée de mica rouge. Feldspath assez rare.

1° Section Sn_g bissectrice aiguë.

Extinction de n_p à $-38° = 68\,\%$ An, voisine de la bytownite.

2° Section mâclée selon Ab perpendiculaire à $g^1 = (010)$.

Extinction de 1 $1' = 54°$ $1 = 27$ = labrador $Ab_1\ An_1$.

Sur 1 bissectrice n_p non centrée. Phénomènes dynamiques intenses, les feldspaths sont broyés et transformés en brèche micro-grenue, leurs lamelles sont tordues et leurs extinctions onduleuses.

N° 32. Pharkowsky-Ouwal près de l'extrémité sud.

Cette roche est anisométrique, le pyroxène s'y développe en cristaux plus grands que les autres, à contours irréguliers, sans forme cristallographique nette. Il renferme de la magnétite et quelques inclusions lamellaires. L'olivine se présente également en grands cristaux avec caractères ordinaires. Ces deux minéraux sont disséminés dans une masse panidiomorphe grenue avec pyroxène dominant, qui renferme également un peu de feldspath altéré disséminé parmi les autres minéraux. Le feldspath correspond au labrador basique $Ab_3\ An_4$. La roche est très dynamo-métamorphosée.

N° 33. Plus loin, que le n° 32 vers le nord, piton en place sur l'arête.

Cet échantillon est beaucoup plus feldspathique que les types ordinaires; il montre sous le microscope une structure quasi-schisteuse due à l'écrasement des minéraux. Les pyroxènes broyés, de même que l'olivine, sont étirés et s'orientent parallèlement; le feldspath est complètement décomposé et transformé en amas de kaolin.

N° 34. Même endroit, plus au nord.

Cet échantillon très basique passe à la pyroxénite. Diallage en grands cristaux formant des associations pœcilitiques avec l'olivine. Ce dernier minéral est en général écrasé et transformé en brèche esquilleuse qui moule et enveloppe le pyroxène. Les feldspaths sont réduits à quelques taches kaolinisées; l'olivine est en partie serpentinisée, les rubans d'antigorite s'alignent parallèlement et communiquent une certaine structure schisteuse.

N° 39. Flanc oriental de l'extrémité nord du Pharkowsky.

Diallage abondant, emprisonnant des grains d'olivine toujours plus rare.

Magnétite sidéronitique en plages, avec spinelles chromifères, et accompagnée de mica rouge abondant. Feldspath très rare, dispersé irrégulièrement parmi les éléments précédents. Phénomènes dynamiques intenses; les feldspaths sont tordus, la roche est par places complètement écrasée, les grands diallages gisent pêle-mêle dans une brèche d'écrasement d'aspect grenu, formée par les minéraux précédents.

N° 44. Au nord-ouest du point culminant du Pharkowsky.

Gabbro à structure cryptique très caractéristique. Diallage très abondant, légèrement verdâtre, avec inclusions formant des associations pœcilitiques avec l'olivine. Magnétite répandue, en plages sidéronitiques soudant les éléments noirs, toujours liée à la présence du mica rouge. Plagioclase rare, distribué en masse grenue dans les cryptes d'un réseau né de la soudure des éléments ferro-magnésiens par la magnétite sidéronitique. Les extinctions des plagioclases sont roulantes, leurs lamelles tordues; une série de mesures dans la zone de symétrie de l'albite a donné un maximum de 30°; la variété est donc voisine du labrador $Ab_1\ An_1$. Les phénomènes dynamiques sont intenses, la roche montre en plusieurs endroits des zones d'écrasement manifeste.

N° 45. Point culminant du Pharkowsky-Ouwal.

Diallage avec caractères ordinaires, olivine plus rare, magnétite sidéronitique accompagnée de mica rouge. Plagioclase entièrement remplacée par des amas kaolinitiques grisâtres. Dynamo-métamorphisme manifeste.

N° 118. Malinky-Ouwal, première pente, au-dessus des marécages de la petite Koswa.

Diallage abondant, en grands cristaux légèrement verdâtres. Olivine plus répandue que d'habitude, en gros grains craquelés distribués par région et formant avec le pyroxène des plages pœcilitiques. Magnétite plutôt rare, en plages sidéronitiques avec mica rouge. Plagioclase complètement décomposé, transformé en masses polarisant en agrégat. Quelques rubans d'antigorite secondaire.

N° 122. Sur la crête du Malinky-Ouwal.

Type plus feldspathique que les précédents. Diallage en grands cristaux légèrement zonés, présentant parfois la disposition dite en sablier; ils sont surchargés

d'inclusions opaques. Olivine plus rare en grains arrondis et craquelés; magnétite sidéronitique reliant les deux éléments précédents et accompagnée de mica rouge exceptionnellement abondant. Le feldspath forme le ciment général qui relie les éléments ferro-magnésiens; il n'est plus disposé en cryptes comme dans les numéros précédents, mais complètement kaolinisé et indéterminable.

N°s 107, 109, 110 et 111. Chemin de petite Koswa à Sosnowka, dans la forêt.

Ces échantillons, tous semblables, présentent cette particularité que l'olivine y prédomine sur le diallage; les deux minéraux présentent d'ailleurs leurs caractères habituels. La structure est cryptique, les feldspaths sont complètement kaolinisés et transformés en petits amas opaques.

§ 3. *Composition chimique et formule magmatique.*

La composition chimique est donnée par les analyses suivantes :

		N° 22	N° 23	N° 33
SiO_2	=	46,56	46,56	44,39
Al_2O_3	=	9,24	9,70	10,60
Cr_2O_3	=	traces	traces	traces
Fe_2O_3	=	3,92	2,83	3,89
FeO	=	8,69	9,61	11,03
MnO	=	traces	traces	traces
CaO	=	16,09	15,65	17,51
MgO	=	13,85	13,30	10,54
K_2O	=	0,93	0,94	0,53
Na_2O	=	1,52	1,82	1,18
Perte au feu	=	0,36	0,47	0,93
		101,16	100,88	100,60

Les N°s 22 et 23 représentant les gabbros les plus typiques du Pharkowsky-Ouwal, nous avons pris la moyenne de ces deux analyses pour déterminer la formule magmatique, en calculant les résultats sur cent parties.

Moyenne ramenée à 100 parties.			Quotients.	
SiO_2	=	46,28	0,771	
Al_2O_3	=	9,41	0,092	0,114 R_2O_3.
Fe_2O_3	=	3,36	0,022	
FeO	=	9,10	0,126	
CaO	=	15,77	0,281	
MgO	=	13,49	0,337	0,770 R_2O + RO.
K_2O	=	0,93	0,001	0,027 R_2O.
Na_2O	=	1,66	0,026	
		100,00		

Coefficient d'acidité $\alpha = 1,37$.

Rapport des oxydes R_2O : RO = 1 : 28.

Formule magmatique : 6,7 SiO_2 : R_2O_3 : 6,7 RO.

Cette formule comparée à celle de la koswite, montre la liaison évidente qui existe entre les gabbros du Pharkowsky-Ouwal et cette dernière roche; on peut les considérer toutes deux comme étant très certainement le produit de la différenciation d'un même magma, ce que montre clairement le tableau ci-dessous:

		Koswite.		Gabbro.	
SiO_2	=	40,43		46,28	
Al_2O_3	=	5,15		9,41	
Fe_2O_3	=	11,25	16,97	3,36	12,77
Cr_2O_3	=	0,57		—	
FeO	=	10,31		9,10	
CaO	=	18,23		15,77	
MgO	=	14,06		13,49	
K_2O	=	—		0,93	
Na_2O	=	—		1,66	
		100,00		100,00	

FORMULES MAGMATIQUES

Koswite : 5,4 SiO_2 : R_2O_3 : 6,7 RO $\alpha = 1,12$.

Gabbro : 6,7 SiO_2 : R_2O_3 : 6,7 RO $\alpha = 1,37$.

Le gabbro, comme on pouvait, s'y attendre est un peu plus acide, mais les traits les plus caractéristiques de la composition chimique comme par exemple la

prédominance de la chaux sur la magnésie restent les mêmes dans les deux roches. Le rapport moléculaire de CaO : MgO est en effet de 1 dans la première de ces roches, de 0,8 dans la seconde et de 0,7 dans les variétés de koswite passant à la pyroxénite. Sans doute, dans le gabbro, l'alumine remplace une partie de l'oxyde ferrique de la koswite; mais tandis que dans celle-ci l'oxyde de fer reste libre à l'état de magnétite, dans les gabbros l'alumine est feldspathisée sous forme de labrador basique ou d'anorthite. Il est intéressant de constater la présence constante de la potasse en quantité appréciable dans ces roches; vu l'absence complète de l'orthose il faut admettre que cet élément se trouve fixé dans des plagioclases calco-sodiques d'une grande basicité; ce phénomène est d'ailleurs conforme à ce que nous avons observé dans une foule d'autres cas. Les gabbros du Pharkowsky-Ouwal appartiennent en tous cas aux types les plus basiques connus, et se rattachent étroitement aux pyroxénites typiques par des variétés qui ne renferment que quelques grains de feldspath. Les roches du Pharkowsky-Ouwal rappellent beaucoup certaines variétés décrites récemment par M. Lœwinson-Lessing et rencontrées par lui au Daneskin-Kamen; nous en donnerons la composition et la formule magmatique comme terme de comparaison :

Analyse du gabbro du Daneskin-Kamen.			Quotients.	
SiO_2	=	46,15	0,765	
Al_2O_3	=	13,57	0,132	0,154 R_2O_3
Fe_2O_3	=	3,61	0,022	
FeO	=	8,15	0,113	0,697 RO.
CaO	=	15,15	0,270	
MgO	=	12,63	0,314	0,717 R_2O + RO.
Na_2O	=	1,29	0,020	
		100,55		

Coefficient d'acidité $\alpha = 1,29$.
Rapport des oxydes R_2O : RO 1 : 34.
Formule magmatique 4,7 RO : R_2O_3 : 4,9 SiO_2.

§. 4. *Les pyroxénites, minéraux, structure, etc.*

Comme nous l'avons déjà indiqué, les gabbros du Pharkowsky-Ouwal alternent fréquemment avec des pyroxénites auxquelles ils passent par des variétés presque dépourvues de feldspath. Ces pyroxénites sont des roches noirâtres ou verdâtres

qui ressemblent parfois beaucoup à la koswite, mais sont généralement plus finement grenues. Les minéraux constitutifs en sont : l'olivine, le pyroxène, le mica rouge et les spinelles chromifères.

OLIVINE

Ce minéral est toujours en moindre quantité que le pyroxène, il est idiomorphe et de consolidation antérieure au diallage qui le moule et forme souvent avec lui des associations pœcilitiques. Il se présente sous les caractères habituels, en grains arrondis, craquelés et incolores, ayant les propriétés optiques ordinaires de ce minéral. Rarement l'olivine renferme des inclusions de minéraux ferrugineux opaques d'origine primaire.

PYROXÈNE

Les pyroxènes affectent dans ces pyroxénites des caractères assez différents. Ils sont parfois de grande taille, lamellaires, grisâtres, et présentent à côté des clivages m = (110) quelques plans de séparation $g^1 = (010)$, fins et serrés. D'autres fois ils sont très hyalins, de forme raccourcie, verdâtres en lumière naturelle, et ne présentent que les clivages m = (110). Dans ce dernier cas on observe quelquefois des mâcles selon p = (010). Au point de vue optique, les extinctions de n_g sur $g^1 = (001)$ oscillent entre 39° et 48°. L'allongement, lorsqu'il est marqué, est positif, de même que le signe optique, quant à l'angle des axes optiques 2V il oscille entre 53° et 55°. Il est donc probable que nous avons ici une série de termes du groupe diopside-diallage, dont quelques-uns même se rapprochent de l'augite. Généralement les pyroxènes ne renferment pas d'inclusions lamellaires.

MICA ROUGE

Cet élément est excessivement rare et ne se rencontre pour ainsi dire plus dans les pyroxénites, sa présence paraît donc subordonnée à celle du feldspath. Ses caractères sont ceux déjà indiqués, quand il existe, il reste toujours lié au fer oxydulé.

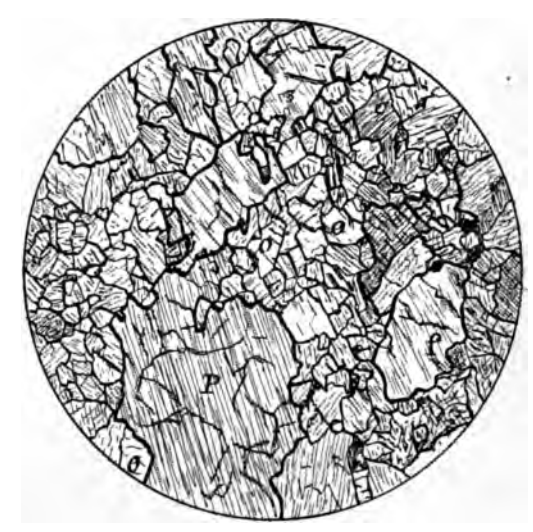
MAGNÉTITE ET SPINELLES CHROMIFÈRES

La magnétite est rare dans la plupart de ces roches ; cependant dans certaines formes de passage avec la koswite elle montre des petites plages sidéronitiques qui renferment un ou deux spinelles d'un vert foncé ; dans les pyroxénites ordinaires on en trouve également quelques petits grains.

STRUCTURE

La structure de ces pyroxénites est d'habitude grenue, les différents minéraux sont idiomorphes sauf chez les variétés qui passent à la koswite, dans lesquelles la

magnétite est allotriomorphe. Fréquemment on observe une différence dans la dimension des minéraux constitutifs, certains d'entre eux s'exagèrent dans une masse grenue, formée par des individus isométriques constitués par les mêmes éléments minéralogiques. Parfois aussi, la roche toujours grenue présente une série de traînées qui alternent d'une façon très irrégulière, les unes formées par des associations grossièrement, les autres finement grenues, des minéraux précités. D'autres fois encore les minéraux constitutifs de grande taille s'agglomèrent par plages qui laissent entre elles des canaux ou des espaces plus ou moins réduits, occupés par une masse panidiomorphe grenue, présentant des minéraux identiques à ceux qui constituent les plages; il n'est d'ailleurs pas aisé de se prononcer sur l'origine de cette masse grenue. Cette structure que l'on observe déjà à l'œil nu sur certaines roches, est fort générale, elle est représentée dans la coupe N° 191 *b*.



Pyroxénite. Coupe n° 191 *b*. Chambre claire. Lumière naturelle. Grossissement = 13 diam. O = olivine. P = pyroxène. Le dessin montre les grands cristaux réunis en plages réparties dans une masse grenue.

PHÉNOMÈNES DYNAMIQUES ET ALTÉRATIONS SECONDAIRES

Les phénomènes dynamiques modifient les pyroxénites aussi complètement que les gabbros. Ils sont très intenses et amènent parfois l'écrasement complet de certaines régions de la roche qui est alors transformée en brèche microscopique. Cette brèche se développe surtout selon certaines cassures ayant fonctionné comme plans de glissement, dans ce cas on voit les zones minces qui jalonnent ces cassures présenter un écrasement complet des minéraux constitutifs.

Quant aux actions secondaires, elles consistent en rubéfaction et serpentinisation de l'olivine; d'habitude le pyroxène est peu modifié, la bastitisation si fréquente dans la koswite fait ici entièrement défaut.

§ 5. *Monographie des pyroxénites étudiées.*

N° 37. Pharkowsky-Ouwal, sur l'arête à la base de l'un des pitons principaux.

Roche verdâtre, à grain moyen, formée en majorité de pyroxène incolore et d'olivine en moins grande quantité. L'extinction du pyroxène se fait à 40°. Ces deux

éléments agglomérés en plages ou aussi en individus isolés, sont distribués irrégulièrement dans une masse panidiomorphe grenue, formée par les mêmes minéraux avec la magnétite en plus. La magnétite est idiomorphe comme les autres éléments.

N° 36. Piton en place sur l'arête près de son extrémité sud.

Cette roche est identique au N° précédent, l'olivine y est beancoup plus rare, par contre la magnétite est plus abondante et par place s'y dispose en plages sidéronitiques qui contiennent quelques spinelles chromifères. C'est une forme de passage à la koswite. On trouve aussi dans cette roche quelques rares lamelles de mica rouge toujours lié au fer oxydulé. La structure est la même que précédemment mais les éléments sont presque isométriques, la masse intermédiaire plus finement grenue disparait presque entièrement.

N° 43. Extrémité nord-ouest du Pharkowsky-Ouwal.

La composition de cette pyroxénite est semblable à celle du n° 36. Le pyroxène est prédominant et s'éteint à 42°, l'olivine est localement moulée par lui. La magnétite est rare, en petits grains disséminés parmi les deux minéraux précédents. La structure est analogue à celle du N° 38, la roche présente une zone d'écrasement manifeste avec développement d'une brèche esquilleuse le long des fractures.

N° 107. Flanc est du Malinky-Ouwal.

Roche à éléments isométriques, à grain plutôt fin, formée par du diallage prépondérant, de l'olivine plus rare, et de la magnétite très réduite calée en petits grains entre les éléments précédents. On trouve également un peu de mica rouge et quelques petits grains de pléonaste, puis de l'hématite secondaire. Phénomènes dynamiques intenses, l'olivine est broyée par places, le diallage écrasé, les lignes d'écrasement jalonnées par une brèche esquilleuse.

N° 120. Piton en place dans la forêt, Malinky-Ouwal.

Roche panidiomorphe grenue, formée par du pyroxène, de l'olivine et de la magnétite; le pyroxène s'éteint sous un angle de 48°, la variété est probablement augitique. Magnétite rare formant des grains idiomorphes ou des petites plages sidéronitiques.

N° 183. Berge de Logwinska-Sosnowsky, en place.

Roche largement cristallisée, verdâtre, avec un diallage de grande taille paraissant à l'œil nu former la roche à lui tout seul. Sous le microscope ce diallage pré-

sente un clivage m = (110) parfait, ses propriétés optiques sont normales, il englobe quelques gros cristaux d'olivine généralement altérés. Le diallage subit un commencement d'ouralitisation, il se marbre de facules d'un vert pâle formées par une amphibole très faiblement polychroïque avec n_g = vert pâle, n_p = incolore.

N° 184. Roche en place, berge de Logwinska.

Elle est identique à la précédente et composée comme elle de grands cristaux de diallage fréquemment mâclés selon p, et d'un peu d'olivine; la magnétite fait complètement défaut. La roche est dynamo-métamorphosée, l'olivine est fréquemment écrasée entre les cristaux de diallage qui restent indemnes.

N° 190. Première pente en montant des berges de Logwinska contre le Pharkowsky-Ouwal.

Cette roche de couleur verte est largement cristallisée, et formée par du diallage en grands cristaux, joints à de l'olivine en moindre quantité. La magnétite est ici très rare. Les minéraux précités en cristaux isolés ou réunis en plages, sont disséminés dans une masse panidiomorphe grenue grossière, formée par les mêmes minéraux.

N° 191 a. Roche en place un peu au-dessus du n° 190.

Cette pyroxénite dont les pyroxènes mesurent plusieurs centimètres, est traversée par des filons dont nous parlerons ultérieurement. Le diallage s'éteint à 45 °, il présente un commencement d'altération qui le marbre de taches grisâtres. L'olivine est beaucoup plus rare, craquelée, incolore, souvent écrasée entre les cristaux de pyroxène.

N° 191 b. Au-dessus de 191, en place dans la forêt.

Cet échantillon est absolument semblable au n° 190. Le diallage et l'olivine agrégés en plages, ou en individus automorphes isolés, sont distribués dans une masse panidiomorphe, formée par des grains d'olivine et de pyroxène. La magnétite est très rare dans cette roche, elle paraît secondaire, l'olivine est altérée et rubéfiée par place. Dynamo-métamorphisme manifeste constaté aussi bien pour les gros cristaux que sur la masse grenue qui les réunit, les premiers sont frangés de petites esquilles.

CHAPITRE X

Description des roches du Koswinsky. Roches filonniennes dans les gabbros et les pyroxénites.

§ 1. *Les diorites filonniennes leucocrates, minéraux, structure, composition chimique.*

Nous avons rencontré dans les gabbros et les pyroxénites un certain nombre de roches filonniennes qui traversent cette formation. Vu la nature même du terrain, et les difficultés d'accès, leur trouvaille in situ est assez difficile, mais à en juger par la nature pétrographique des cailloux rencontrés dans l'alluvion de Logwinska-Sosnowsky, ces roches sont assez fréquentes.

Les diorites filonniennes sont des roches leucocrates, grenues, à grain moyen, dans lesquelles l'élément noir semble réparti très uniformément. On les rencontre perçant les gabbros sur la crête même du Pharkowsky-Ouwal, à mi-distance entre les extrémités nord et sud de celui-ci. Sous le microscope, les minéraux constitutifs de cette roche sont les suivants: sphène, zircon, apatite, biotite, muscovite, hornblende, plagioclase et quartz, les minéraux secondaires sont l'épidote et le kaolin.

SPHÈNE, ZIRCON, APATITE

Le sphène, assez abondant, se présente sous la forme dite en fuseau avec les faces (111) et (112). Il est d'assez petite taille et très légèrement brunâtre en lumière naturelle. Il se rencontre soit à l'état libre, soit à l'état d'inclusions dans divers minéraux, notamment dans la hornblende. Il est très légèrement polychroïque avec n_g = jaune rougeâtre, n_p = jaunâtre plus pâle. Les deux axes optiques sont très rapprochés, l'angle 2V ne dépasse pas 20°, la bissectrice aiguë est positive.

Le zircon forme des grains arrondis, généralement inclus dans la biotite, mais aussi libres dans la roche. Certains d'entre eux montrent les profils (110) et (101); leur signe optique est positif. L'apatite est très rare, ses cristaux allongés et de signe négatif, ne représentent pas de profils reconnaissables.

BIOTITE ET MICA BLANC

La biotite est fort rare, elle renferme des inclusions d'apatite et de zircon, elle est en général complètement chloritisée et indéterminable. On trouve aussi quelques lamelles de mica blanc qui s'éteignent à zéro.

HORNBLENDE

La hornblende est très réduite vis-à-vis des éléments feldspathiques. Ses cristaux sont allongés selon la zone du prisme et présentent les profils m = (110) et g^1 = (010), quelques mâcles selon h^1 = (100). L'allongement est positif, l'extinction se fait à 20°, la bissectrice aiguë est négative; le polychroïsme donne: n_g = vert d'herbe, n_m = verdâtre, n_p = jaunâtre pâle. La hornblende renferme quelquefois des très petits cristaux de zircon auréolé.

PLAGIOCLASES

Ils forment de beaucoup l'élément prédominant, et sont toujours décomposés en kaolin et en lamelles de damourite. Ils sont mâclés selon la loi de l'albite, de Karlsbad et de la péricline. Le centre est en général décomposé et remplacé par un amas qui polarise en agrégats, la bordure est toujours fraîche, et formée par un feldspath acide compris généralement entre Ab et $Ab_4\ An_1$, tandis que le centre descend rarement au-dessous de $Ab_5\ An_3$. Plusieurs des cristaux du feldspath présentent sur leur pourtour une auréole avec corrosions micro-pegmatoïdes.

QUARTZ

Il est réduit par rapport au feldspath, et forme le dernier élément consolidé. La structure est grenue, miarolithique, les individus sont idiomorphes mais le quartz remplit les petits vides laissés entre les cristaux des éléments constitutifs.

ACTIONS DYNAMIQUES ET PHÉNOMÈNES SECONDAIRES

La roche ne présente pas d'indices de dynamo-métamorphisme, par contre elle est altérée par les actions secondaires. Cette altération donne naissance à de l'épidote, puis à de la chlorite et du kaolin.

COMPOSITION CHIMIQUE

Analyse du N° 35.

		Analyse du N° 35.	Composition ramenée à 100 parties.	Quotients.			
SiO_2	=	68,19	67,46	1,1243			
Al_2O_3 / Fe_2O_3	=	20,43	20,21	0,1981	R_2O_3		
CaO	=	4,25	4,20	0,0750	0,0872 RO		0,2052 R_2O + RO.
MgO	=	0,50	0,49	0,0122			
K_2O	=	0,89	0,88	0,0093	0,1180 R_2O		
Na_2O	=	6,83	6,76	0,1090			
		101,09	100,00				

Le fer n'a pas été séparé, il était d'ailleurs en très petite quantité dans le mélange des deux oxydes.

Coefficient d'acidité : α = 2,796.

Rapport R_2O : RO = 1,34 : 1.

Formule magmatique = 5,67 SiO_2 : R_2O_3 : 1,03 RO.

§ 2. *Les pyroxénites filonniennes (micro-pyroxénites), minéraux, structure, etc.*

Ces roches qui paraissent assez répandues, se rencontrent en petits filons qui traversent les pyroxénites ordinaires. Elles sont très finement grenues, presque aphanitiques, de couleur noirâtre, formées par l'association du pyroxène, de l'olivine et de la magnétite en individus idiomorphes généralement isométriques. Les pyroxènes s'éteignent entre 40° et 45°, il y a sans doute là plusieurs variétés très voisines. La magnétite est assez répandue dans ces roches, elle se présente en petits grains idiomorphes distribués assez régulièrement parmi les autres éléments; la hornblende de même que le mica rouge font régulièrement défaut. Le contact de ces filons minces avec la roche encaissante est toujours franc, mais on observe une diminution manifeste du grain dans le voisinage immédiat de celui-ci; cette zone de contact est d'ailleurs fort mince.

§ 3. *Les micro-gabbros, minéraux constitutifs, structure, composition chimique et formule magmatique.*

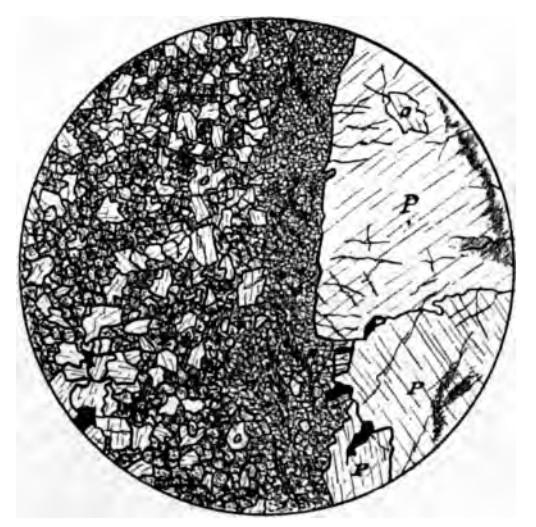
Ces roches superbes sont noirâtres, essentiellement mélanocrates. A l'œil nu, elles paraissent formées par une masse finement grenue dans laquelle on distingue des cristaux volumineux d'élément noir développés porphyriquement. Sous le microscope, ces roches sont à deux temps de consolidation distincts.

PHÉNO-CRISTAUX

Les phénocristaux sont abondants par rapport à la pâte, la roche est donc euporphyrique. Ceux-ci sont représentés par les minéraux suivants : pyroxène, olivine, mica rouge et magnétite.

PYROXÈNE

Le pyroxène se présente en cristaux volumineux, avec formes raccourcies; on y reconnait les profils $h^1 = (100)$, $g^1 = (010)$, $m = 110$, puis $b^{1/2} = (111)$. Les clivages $m = (110)$ sont constants mais discontinus; il n'existe pas de plan de séparation selon $g^1 = (010)$. On observe quelques mâcles simples $h^1 = (100)$, puis plusieurs mâcles par pénétration donnant naissance à des groupements cruciformes. Les cristaux de pyroxène subissent d'énergiques corrosions magmatiques qui en altèrent le pourtour et leur communiquent parfois un aspect squelettique. Ils sont littéralement sursaturés d'inclusions opaques, disposées par zônes concentriques, qui témoignent ainsi d'un accroissement zonaire de ces cristaux. Ces inclusions sont si abondantes qu'elles rendent le pyroxène parfois complètement opaque; aux forts grossissements, on voit qu'elles sont formées par des petites lamelles entrecroisées, et alignées sur deux systèmes conjugués. Sur certains points cet entrecroisement forme un réseau très serré; à côté de ces lamelles on trouve aussi des petits grains noirs opaques, puis des octaèdres formés sans doute par de la magnétite. Les pyroxènes renferment aussi quelques jolis cristaux d'apatite terminés, ce minéral se trouve d'ailleurs dans toute la roche mais en petite quantité.



Micro-pyroxènite. Coupe n° 191 *a*. Lumière naturelle. Grossissement = 13 diam. P = pyroxène. O = olivine. La coupe montre la structure des micro-pyroxènites et le contact avec la pyroxènite encaissante. Il y a diminution manifeste du grain au contact immédiat.

En lumière naturelle, les cristaux de pyroxène sont légèrement brunâtres, leur structure zonée empêche la détermination exacte des indices de réfraction. Sur $g^1 = (010)$ l'extinction se fait sous des angles qui dépassent 45°. Le plan des axes optiques est parallèle à $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est positive, l'angle des axes optiques 2V est légèrement supérieur à celui des pyroxènes habituels aux roches du Koswinsky, il atteint 60° environ; le pyroxène paraît donc être une variété qui se rattache au groupe de l'augite.

OLIVINE

Elle est beaucoup plus rare, et ne présente pas de contours géométriques. Ses grains toujours hyalins et craquelés, sont corrodés et informes; les propriétés optiques sont ordinaires. Ce minéral renferme également de la magnétite en inclusions. On trouve aussi jouant le rôle de phénocristaux, des plages formées par la réunion de gros pyroxènes et d'olivine, soudés par de la magnétite sidéronitique. Cette magnétite se trouve aussi en grains isolés dans la pâte et jouant en quelque sorte le rôle de phénocristal.

MICA ROUGE

Ce minéral très fortement coloré et polychroïque, est assez abondant; il entoure souvent d'une auréole les grains de magnétite, et se trouve également dans les plages dont il a été question ci-dessus. L'abondance de ce minéral a permis de vérifier très complètement ses propriétés optiques. Il est rigoureusement uniaxe négatif, s'éteint à 0° du clivage p = (001), sa biréfringence n_g-n_p est très élevée et dépasse 0,04. Le polychroïsme très intense donne : n_g = rouge brun éclatant, n_p = rouge jaunâtre très pâle.

Il est à remarquer que le feldspath ne se rencontre pas parmi les phénocristaux.



Micro-gabbro. Coupe n° 441. En lumière naturelle. Les feldspaths sont dessinés avec les nicols croisés. Grossissement = 13 diam. P = pyroxène. O = olivine. f = feldspath. La coupe montre la structure microgrenue et le caractère particulier du pyroxène.

PATE

Celle-ci est holo-cristalline et formée par la réunion d'individus grenus et isométriques de pyroxène, d'olivine, de magnétite, de mica rouge et de plagioclase. Le pyroxène est beaucoup plus abondant que l'olivine toujours rare; il est légèrement verdâtre et renferme des inclusions de magnétite octaédrique qui d'ailleurs est également très répandue dans la pâte et se rencontre aussi bien en inclusions dans le feldspath, qu'à l'état libre entre les minéraux constitutifs de celle-ci. Le mica rouge est assez abondant dans la pâte, il est toujours lié à la magnétite qu'il borde en collerette. Les divers éléments ferro-magnésiens réunis, sont à peu près quantitativement égaux aux feldspaths. Ces derniers, remarquablement frais, sont mâclés selon la loi de l'albite ou aussi suivant la loi de Karlsbad; un

grand nombre de déterminations faites sur des sections variées ont donné les résultats suivants :

1° Section mâclée selon Ab et K, perpendiculairement à $g^1 = (010)$.

Extinction de 1 1′ = 48° 1 = 24°
» 2 2′ = 8° 2 = 4° — Labrador $Ab_1 An_1$ ou $Ab_3 An_4$.

» 1 1′ = 32° 1 = 16°
» 2 2′ = 52° 2 = 26° — Labrador $Ab_1 An_1$.

2° Section mâclée selon Ab, K et P ; 1 = Sn_p (mesureapproximative).

1 Sn_p pour P = — 59 1 Sn_p pour Ab = + 30° 2 pour K = — 14
1′ » = + 60 1′ » Ab = — 33° 2′ » + = 16

Ces caractères coïncident avec ceux du labrador $Ab_1 An_1$.

3° Section mâclée selon Ab et P, 1 = Sn_p Bissectrice centrée.

Extinction de 1 Sn_p pour P = — 55° 1 pour A_b = + 25°
» 1′ » = + 60° 1′ » = — 28° — 43 % An

voisin de $Ab_1 An_1$.

4° Section Sn_p mâclée selon Ab.

Extinction de 1 Sn_p = 27°
» 1′ = 30° — 48 % An, voisin de $Ab_1 An_1$.

On voit donc que le plagioclase est représenté principalement par le labrador $Ab_1 An_1$, ce qui est curieux étant donnée la basicité de cette roche.

COMPOSITION CHIMIQUE

Analyse du N° 441.

		Résultats bruts.	Résultats calculés sur 100 parties.	Quotients.		
SiO_2	=	46,56	46,72	0,7787	RO_2.	
Al_2O_3	=	12,33	12,37	0,1213	0,1591 — R_2O_3.	
Fe_2O_3	=	6,02	6,04	0,0378		
FeO	=	7,09	7,12	0,0989	0,6483 — RO	0,6793 — RO+R_2O.
CaO	=	13,18	13,22	0,2361		
MgO	=	12,49	12,53	0,3133		
K_2O	=	0,24	0,24	0,0026	0,0310 — R_2O	
Na_2O	=	1,75	1,76	0,0284		
MnO	=	traces				
Perte au feu	=	0,54				
Total.	.	100,20	100,00			

Ces résultats montrent clairement la parenté incontestable des micro-gabbros-porphyriques avec les gabbros et les péridotites qu'ils traversent.

Coefficient d'acidité : $\alpha = 1,34$.

Rapport $R_2O : RO = 1 : 20,91$.

Formule magmatique $= 4,894\ SiO_2 : R_2O_3 : 4,27\ RO$.

CHAPITRE XI

Description des roches du Koswinsky.

Les dunites massives de l'éperon du Koswinsky et du Sosnowsky-Ouwal.

§ 1. Composition minéralogique de la dunite, structure. — § 2. Altérations secondaires et serpentinisation. — § 3. Monographie des types étudiés. — § 4. Composition chimique et formule magmatique.

§ 1. *Composition minéralogique de la dunite, structure.*

Nous avons vu précédemment que les dunites massives forment l'éperon qui termine le Koswinsky, ainsi que le Sosnowsky-Ouval tout entier, et nous avons retrouvé les mêmes roches traversant la koswite en filons étroits soit comme apophyses, soit comme filons isolés. Ces dunites, fort différentes des types sidéronitiques dont il a été question, sont finement grenues, de couleur vert olive ou vert pâle lorsqu'elles sont à l'état frais, ce qui est rare. Dans le cas contraire, chez les variétés serpentineuses, la couleur est foncée et le grain s'atténue; la roche devient alors plus compacte, son éclat est légèrement résineux ou gras, elle n'est cependant jamais tachetée comme c'est le cas pour d'autres serpentines. La composition minéralogique de cette dunite est très monotone, elle ne renferme que du fer chrômé et de l'olivine, jamais du pyroxène ni de l'amphibole comme c'est le cas pour les mêmes roches à structure sidéronitique.

FER CHROMÉ

Il se trouve en petits grains de forme octaédrique, inclus dans l'olivine et dispersés très régulièrement dans la roche. En isolant ces petits grains on peut constater qu'ils sont formés par du fer chromé absolument pur. La chromite s'accumule localement en nids assez volumineux, le minerai qui en résulte garde, bien que compact, une structure cristalline. En coupe mince, on distingue dans la masse opaque du fer chromé quelques grains d'olivine hyaline qui y sont emprisonnés. Il est à remarquer que dans le voisinage immédiat de ces concentrations locales, la dunite n'est pas plus riche en fer chromé qu'à l'ordinaire.

OLIVINE

Ce minéral se présente en grains arrondis, idiomorphes, toujours craquelés, avec un clivage $g^1 = (010)$ difficilement visible. Les propriétés optiques en ont été étudiées avec soin pour les comparer avec celles de l'olivine des dunites sidéronitiques. La mesure des indices de réfraction a donné les résultats suivants :

Tableau des indices de l'Olivine de la dunite massive pour la raie D.

Numéro de la coupe.	Orientation de la section.	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
1030	Sn_m	1,6896	1,6707 1,6708	1,6543	0,0353	0,0188	0,0165

La biréfringence maxima déterminée au comparateur a été trouvée plusieurs fois de 0,035. L'angle des axes optiques a été mesuré directement, puis calculé par les indices, les résultats suivants ont été obtenus :

Tableau donnant la valeur de l'angle des axes 2V.

N° de la coupe.	Méthode employée.	Angle 2V mesuré.	Angle 2V calculé.
1030	Goniomètre.	83°	86°

Le signe optique est positif, on a observé une dispersion qui se fait dans le sens de $\rho < v$.

En comparant les valeurs des indices de l'olivine des dunites ordinaires, avec celles trouvées pour l'olivine des dunites sidéronitiques, on remarque que cette dernière est plus réfringente. En effet, la différence pour les trois indices principaux est : pour n_g de 0,0193, pour n_p de 0,0177, pour n_m de 0,0192. Les biréfringences sont également un peu plus fortes pour l'olivine des dunites sidéronitiques, la valeur

de n_g-n_p est pour cette dernière de 0,0369 contre 0,0354 pour l'olivine de la dunite massive. On observe également une augmentation dans la valeur de l'angle des axes optiques; la différence est de + 5° pour l'olivine des variétés sidéronitiques.

STRUCTURE

La structure est grenue, les grains sont idiomorphes, arrondis, et se touchent directement.

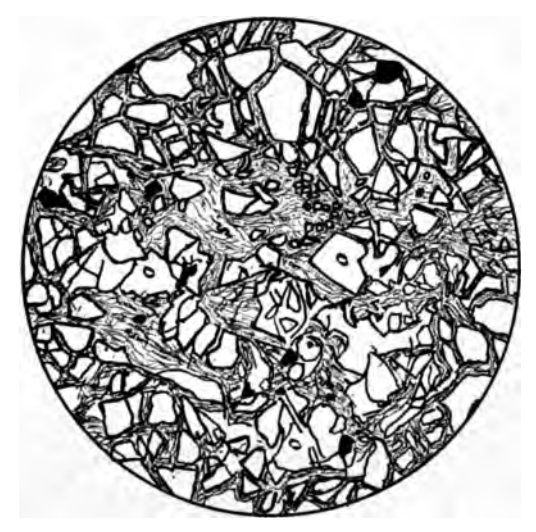
Il est à remarquer que dans les dunites, l'ordre de consolidation des minéraux se fait dans le même sens que l'abaissement de leur point de fusion. Le fer chromé, en effet, d'après M. A. Brun, fond à 1850°; il se consolide le premier, tandis que l'olivine qui le moule fond seulement à 1750° d'après le même auteur.

§ 2. *Altérations secondaires et serpentinisation.*

Presque toutes les dunites étudiées sont plus ou moins serpentinisées. Cette serpentinisation commence le long des craquelures de l'olivine, on voit s'y développer des rubans d'abord étroits d'un minéral faiblement biréfringent, dont la couleur est verdâtre ou jaune d'or en lumière naturelle. Ces rubans s'élargissent progressivement, se continuent d'un cristal dans l'autre, et dessinent bientôt un réseau à larges mailles qui découpe toute la roche. Ces rubans présentent fréquemment une espèce de fibrosité transversale qui leur communique un aspect moiré très particulier, ils sont souvent divisés en deux parties symétriques de part et d'autre d'une ligne médiane dessinée par des ponctuations de magnétite. Au point de vue optique, ces rubans sont positifs en long et s'éteignent parallèlement à leur allongement. La biréfringence, toujours très faible, ne dépasse pas 0,009, par places même le minéral serpentineux paraît isotrope et l'on pourrait croire avoir sous les yeux une substance colloïde si la coloration de ces plages isotropes n'était pas, en lumière naturelle, identique à celle des rubans biréfringents. En lumière convergente, ces régions isotropes donnent une croix noire uniaxe très floue, de signe optique négatif. Ces caractères optiques coïncident comme on le voit avec ceux d'une antigorite uniaxe, comme cela est fréquemment le cas. Chez les variétés fortement colorées, on remarque un léger polychroïsme qui se fait comme suit : n_g = verdâtre, n_p = jaune pâle, parfois même jaune d'or. Il est à remarquer que la coloration des rubans d'antigorite peut varier régionalement dans une même coupe; le chrysotile n'a jamais été rencontré.

Lorsque la serpentinisation va plus loin, les grains d'olivine se réduisent à de simples petits noyaux qui peuvent même complètement disparaître par places. Nous

n'avons cependant jamais rencontré de dunite entièrement serpentinisée ; il reste toujours des traces de l'olivine primitive. Les structures que présente l'antigorite sur les points où l'olivine a disparu sont assez variées ; souvent c'est la structure maillée qui prédomine, elle est alors absolument conforme à celle décrite par M. Lacroix. Des rubans plus ou moins minces d'antigorite enveloppent des zones ou nids du même minéral, orientés optiquement d'une manière différente. Généralement les rubans sont beaucoup plus biréfringents que les parties qu'ils circonscrivent, celles-ci sont cependant toujours formées d'antigorite et il n'existe jamais de matière colloïde. Lorsque la structure maillée domine régionalement, certaines plages de la préparation paraissent presque isotropes par suite de la minceur relative des rubans biréfringents par rapport au noyau central quasi isotrope qu'ils enveloppent.



Dunite massive serpentinisée. Coupe n° 706. Lumière naturelle. Grossissement = 22 diam. La coupe montre des noyaux d'olivine disséminés dans la masse serpentineuse due à l'antigorite.

D'autres fois sur les points où l'olivine a disparu, la structure de l'antigorite est bien différente. Les larges rubans de ce minéral se réunissent directement comme des fibres dans un faisceau. Pour une certaine position de la platine du microscope, tous ces faisceaux paraissent également éclairés, et si la plage est assez large pour pouvoir remplir tout le champ visuel, on pourrait penser avoir sous les yeux un seul et même cristal. Dès cependant qu'on tourne légèrement la platine, ces divers rubans s'éclairent d'une façon différente et prennent un aspect moiré qui rappelle beaucoup celui de certaines plages de picrolithe. Dans la majorité des cas cependant, la serpentinisation ne va pas aussi loin, et la structure la plus habituelle est la disposition alvéolaire, dans laquelle les rubans entrecroisés de l'antigorite enveloppent le noyau resté intact de l'olivine.

§ 3. *Monographie des types étudiés.*

N°s 133, 134, 136, 1022 et 1041. Flanc est du Koswinsky, au-dessus du col de l'éperon.

Ces roches bien que filonniennes, sont identiques à la dunite massive, elles ren-

ferment peu de fer chromé en petits octaèdres. L'olivine y est généralement fraiche et la serpentinisation n'est pas avancée. La structure de l'antigorite est ici alvéolaire.

N° 40. Flanc occidental du Sosnowsky-Ouwal, en place dans la forêt.

Dunite massive serpentineuse d'un vert foncé; sous le microscope peu d'octaèdres de fer chromé. La structure dominante est toujours alvéolaire, les rubans d'antigorite sont fréquemment tachetés et soulignés par des granulations ferrugineuses.

N° 41. Flanc est du Sosnowsky-Ouwal.

Cette roche est absolument analogue à la précédente, les grains d'olivine sont arrondis et pressés les uns contre les autres. Le fer chromé est rare, l'antigorite est jaune d'or.

N° 46. Flanc occidental du Pharkowsky-Ouwal.

Cette roche est absolument identique aux N^os^ précédents. L'antigorite est moins colorée que dans le N° 41.

N° 701. Sosnowsky-Ouwal, dans les alluvions de la petite Sosnowka.

Cette roche est absolument fraîche, et formée exclusivement par de l'olivine en grains isométriques, non serpentinisés. Le fer chromé est excessivement rare, on en trouve à peine un octaèdre par préparation.

N° 707. Alluvions de la petite Sosnowska.

Cet échantillon, qui provient également du Sosnowsky-Ouwal, présente au contraire un degré de serpentinisation très avancé. L'olivine est réduite à quelques noyaux, et sur certaines plages de la roche elle a même complètement disparu. L'antigorite, bien développée, prend alors la structure maillée ou celle dite en faisceaux. Il y a presque toujours séparation de produits ferrugineux sous forme de ponctuations. Le fer chromé en petits octaèdres est également très rare.

N° 705. Alluvions de la petite Sosnowka.

La roche est très semblable au N° précédent, l'olivine est réduite à quelques noyaux de forme allongée, comme si la roche avait eu à l'origine une structure parallèle. L'antigorite est légèrement jaunâtre, les octaèdres de fer chromé sont très rares.

N°s 706 et 704. Même provenance.

Cette roche est identique au N° précédent, la serpentinisation y est seulement plus avancée. L'antigorite y présente exclusivement la disposition maillée. Peu de fer chromé.

Nos 1030 et 1034. Dunite massive, crête de l'éperon du Koswinsky.

Cette roche est en tous points semblable à celle du Sosnowsky-Ouwal, elle est formée par des grains idiomorphes d'olivine, avec fissures serpentineuses remplies par une antigorite légèrement polychroïque. Le fer chromé en octaèdres est abondant. Il existe également sur l'éperon du Koswinsky des variétés plus complètement serpentinisées, analogues au N° 707.

§ 4. *Composition chimique des dunites et formule magmatique.*

Analyses.

	N° 133	N° 705	N° 1030
SiO_2 =	36,85	35,41	38,06
Al_2O_3 =	1,53 (avec Cr_2O_3)	1,33 (avec Cr_2O_3)	0,31
Cr_2O_3 =			1,39
Fe_2O_3 =	5,60	4,43	6,72
FeO =	6,65	3,66	5,29
CaO =	1,09		0,52
MgO =	42,17	44,05	39,91
Perte au feu =	6,53	12,28	8,35
	100,42	101,06	100,55

Dans les Nos 133 et 705, le chrome n'a pas été séparé de l'alumine, il formait la presque totalité du mélange.

Ces analyses montrent nettement l'influence de la serpentinisation qui se fait par fixation d'eau, et oxydation partielle du fer ferreux, avec abaissement correspondant de la teneur en silice. Pour avoir la véritable formule magmatique, il faut défalquer l'eau, réduire le Fe_2O_3 en FeO, et calculer sur 100 parties, on obtient alors les résultats suivants :

	Moyenne sur 100 parties.	Quotients.	
SiO_2 =	40,38	0,67	
Al_2O_3 = / Cr_2O_3 =	1,64	0,01	R_2O_3
FeO =	11,23	0,15	1,31 RO (FeO + MgO + CaO)
MgO =	46,16	1,15	
CaO =	0,59	0,01	
	100,00		

Coefficients d'acidité $\alpha = 0,98$.

Formule magmatique : 67 SiO_2 : R_2O_3 : 132 RO.

De la composition moyenne indiquée, on déduit que la dunite à l'état frais contient 2,44 % de fer chromé et 97,56 % d'olivine. Il était intéressant de déterminer la composition de celle-ci, ce qui s'obtient facilement en défalquant le fer chromé et en calculant le résultat sur 100 parties. Nous avons également procédé de même pour la dunite sidéronitique, pour comparer la composition chimique de l'olivine dans ces deux roches, les résultats obtenus sont les suivants :

	Olivine de la dunite massive I.	Olivine de la dunite sidéronitique II.
SiO_2 =	41,46	44,40
FeO =	10,73	8,18
MgO =	47,81	47,42
	100,00	100,00

Les formules moléculaires calculées sur les compositions ci-dessus, sont les suivantes :

I. Olivine (dunite massive) : $(Fe_2SiO_4) + 8(Mg_2SiO_4)$.

II. Olivine (dunite sidéronitique) ; $(Fe_2SiO_4) + 10(Mg_2SiO_4)$.

Ces deux formules exigent la composition chimique suivante :

	Calculée pour I.	Différence Δ	Calculée pour II.	Différence Δ
SiO_2 =	40,79	+ 0,68	41,15	+ 3,25
FeO =	10,87	− 0,14	8,98	− 0,80
MgO =	48,34	− 0,53	49,87	− 2,45
	100,00		100,00	

Δ = Différence entre les valeurs observées et celles calculées.

La concordance pour l'olivine de la dunite massive est très satisfaisante, pour celle de la dunite sidéronitique, par contre, elle laisse fort à désirer. Cela vient sans doute de ce que, dans cette dernière, il existe toujours du pyroxène dont on ne peut tenir compte dans le calcul de la formule, ce qui perturbe évidemment les résultats.

CHAPITRE XII

Description des roches du Koswinsky.
Les roches en filons dans la dunite.

§ 1. *Généralités sur les roches filonniennes.*

Dans la partie qui concerne la géologie du Koswinsky, nous avons montré que la dunite massive de l'éperon qui termine cette montagne vers le nord-est est traversée par des filons excessivement minces de roches appartenant à deux types absolument distincts, l'un acide, essentiellement feldspathique, l'autre basique, riche en éléments ferro-magnésiens. Ces roches filonniennes n'ont pas été rencontrées dans la dunite du Sosnowsky-Ouwal, peut-être cela tient-il à ce que l'accès du terrain est beaucoup plus difficile et les observations rendues très imparfaites par suite de la végétation qui couvre le sol; cependant, les alluvions de la petite Sosnowka dont le cours supérieur est exclusivement encaissé dans la dunite, ne renferment aucune des roches filonniennes trouvées sur l'éperon du Koswinsky; si donc celles-ci existaient en cet endroit, il est vraisemblable qu'on en aurait trouvé des traces dans cette alluvion. Il convient cependant de remarquer que ces filons sont rares et toujours très petits, ce qui peut également expliquer l'absence des roches qui les composent dans les alluvions de la petite Sosnowka.

§ 2. *Les granulites filonniennes à plagioclases (plagiaplites micacées), minéraux, structure, composition et formule magmatique.*

Ces roches se rencontrent en petits filons qui mesurent à peine quelques centimètres. Elles sont blanches, d'un grain plutôt fin, et paraissent à l'œil nu assez riches en lamelles de mica noir. Sous le microscope, les éléments constitutifs en sont : le zircon, la biotite, les plagioclases et le quartz.

ZIRCON

Ce minéral est rare et se rencontre en petits grains arrondis inclus dans le mica noir. Ils y développent des auréoles polychroïques. Les propriétés optiques sont ordinaires, il n'existe généralement pas de profils reconnaissables.

BIOTITE

Elle se présente en petites lamelles dont le contour est fortement corrodé. Les clivages p=(001) y sont rares. Elle est uniaxe négative, l'extinction se fait à zéro du clivage p=(001), la biréfringence n_g-n_p atteint 0,041. Cette biotite est fortement polychroïque, l'absorption se fait comme suit : n_g=brun rougeâtre très foncé, n_p=jaune verdâtre pâle.

PLAGIOCLASES

Ce sont eux qui forment de beaucoup l'élément principal de la roche. Ils sont mâclés selon la loi de l'albite, de la péricline et de Karlsbad. Leurs caractères optiques coïncident avec ceux des termes les plus acides de la série, comme le montrent les déterminations suivantes :

1. Section Sn_p mâclée selon Ab et P.

Extinction de 1 Sn_p pour P = —85 °1 pour A_b = +6 ° ⎫
id. 1′ id. = +88 °1′ id. = —8 ° ⎭ oligoclase.

2. Section Sn_p mâclée selon Ab, n_p = bissectrice aiguë.

Extinction de 1 Sn_p = 12 ° ⎫
id. 1′ = 13 ° ⎭ = 30 °/₀ An, voisin de $Ab_3\ An_1$.

3. Section Sn_p mâclée selon Ab (1 Sn_p, sur 1, n_p s'éteint du côté de la perpendiculaire au clivage p = (001).

Extinction de 1 Sn_p — 8 ° ⎫
id. 1′ + 10 ° ⎭ = 10 °/₀ A_n, entre Ab et $Ab_4\ An_1$.

4. Série de sections mâclées selon Ab, perpendiculaires à g^1 = (010) 1 = 3 °, 4 ° 1/2, 6 °, 8 ° (la plaque donnant ce chiffre est voisine d'une bissectrice centrée), la variété est comprise entre Ab et $Ab_4\ An_1$).

5. Section Sn_g, clivage p = (001), cassure h^1 = (100).

Extinction de n_p = + 12 = oligoclase albite entre Ab et $Ab_4\ An_1$.

6. Section g^1 = (010).

Extinction de n_p = + 10 = oligoclase albite.

On voit donc que tous les plagioclases sont compris entre l'albite et les oligoclases plutôt acides. Il n'existe pas d'orthose dans la roche, par contre, nous avons trouvé plusieurs sections feldspathiques assez énigmatiques, qui présentaient les caractères suivants : les sections étaient mâclées généralement sous forme d'un gros individu réuni à une seule lamelle, le premier était perpendiculaire à n_g et par con-

séquent voisin de $g^1 = (010)$. Les extinctions de n_p rapportées au plan de mâcle et à la vibration négative ont été trouvées comme suit:

Extinction de 1 $Sn_g = -16°$
id. $1' = +13°$

Ces valeurs, dans l'hypothèse où la mâcle serait celle de la péricline, coïncideraient sensiblement avec celles que nous avons données pour le labrador $Ab_3 An_4$, et qui correspondraient à:

$1\ Sn_g = 17°\ ^1/_2,\ 1' = 12°$.

Il paraît cependant très étrange de ne rencontrer qu'une ou deux sections d'un labrador aussi basique, parmi des feldspaths dont l'acidité est presque celle de l'albite.

QUARTZ

Il est abondant, et se trouve en grains idiomorphes renfermant généralement des inclusions liquides.

STRUCTURE

La structure est panidiomorphe grenue, le quartz représente le dernier élément consolidé. La roche est dynamométamorphosée, certaines zones sont écrasées et transformées en brèche microscopique. Les altérations secondaires sont peu manifestes.



Granulite filonnienne à plagioclase. Coupe n° 1032. Chambre claire. Grossissement = 13 diam. Nicols croisés. M = mica. f = feldspath. Q = quartz.

COMPOSITION CHIMIQUE

	Analyse du N° 1032.	Composition ramenée à 100 parties.	Quotients.	
SiO_2 =	70,95	71,82	1,19	
Al_2O_3 =	14,29	14,46	0,142	0,149 R_2O_3
Fe_2O_3 =	1,19	1,20	0,007	
CaO =	2,19	2,22	0,04	0,239 RO + R_2O
MgO =	4,20	4,25	0,106	
K_2O =	0,77	0,78	0,008	0,093 R_2O
Na_2O =	5,20	5,27	0,085	
Perte au feu	2,27	—	—	
	101,06	100,00		

Coefficients d'acidité $\alpha = 3,47$.
Rapport de $R_2O : RO = 1 : 1,56$.
Formule magmatique: $8\ SiO_2 : R_2O_3 : 1,6\ RO$.

Cette formule montre que les plagiaplites micacées se rapprochent comme composition magmatique de certaines diorites quartzifères, elles sont cependant plus acides.

§ 3. *Les albitites, structure, composition chimique.*

Les roches auxquelles nous avons donné le nom d'albitites, sont d'une couleur grisâtre, à grain très fin, presque aphanitiques. Sous le microscope elles se montrent pour ainsi dire exclusivement formées par de l'albite, réunie à un peu de sphène et à quelques plages chloriteuses, restes vraisemblables d'un élément ferromagnésien disparu.

SPHÈNE

Il est disséminé dans toute la roche et se rencontre en petits individus libres ou inclus dans les feldspaths. Ses grains sont irréguliers, de couleur jaunâtre, translucides, avec les propriétés optiques ordinaires.

PLAGIOCLASES

Ils sont mâclés selon la loi de l'albite, les lamelles sont toujours fines et serrées, on n'observe pas de mâcles de Karlsbad.

1. Section Sn_p mâclée selon Ab.

$$\left.\begin{array}{lll}\text{Extinction de 1 } Sn_p & = & 13^\circ \\ \text{id.} \quad 1' & = & 13^\circ\end{array}\right\} = 5\ \%\ \text{d'An.}$$

Sur 1 on voit une bissectrice non centrée.

2. Section Sn_p mâclée selon Ab.

$$\left.\begin{array}{lll}\text{Extinction de 1 } Sn_p & = & 18^\circ \\ \text{id.} \quad 1' & = & 15^\circ\end{array}\right\} = \text{Albite.}$$

Sur 1 on observe une bissectrice non centrée.

3. Section Sn_p mâclée selon Ab.

$$\left.\begin{array}{lll}\text{Extinction de 1 } Sn_p & = & 19^\circ \\ \text{id.} \quad 1' & = & 19^\circ\end{array}\right\} = \text{Albite.}$$

4. Section $g^1 = (010)$, avec bissectrice aiguë n_g.
Extinction de $n_p = +\ 19$ = albite.

Nulle part nous n'avons pu trouver d'orthose ou de quartz.

ÉLÉMENTS SECONDAIRES

On observe très localement quelques plages de couleur vert pâle, formées par un minéral lamellaire, dont les lamelles sont orientées diversément. Celles-ci s'éteignent parallèlement à la trace d'un clivage visible qui est positif, les lamelles sont très peu biréfringentes $n_g - n_p = 0,003$. Ces lamelles appartiennent sans doute à une chlorite née d'un élément noir préexistant complètement disparu.

STRUCTURE ET PHÉNOMÈNES DYNAMIQUES

La structure était originellement grenue avec égal développement des divers individus; mais les phénomènes dynamiques ont si profondément modifié celle-ci qu'il est bien difficile de la rétablir. Les feldspaths sont brisés, leurs lamelles tronçonnées et les tronçons déplacés selon de véritables plans de failles microscopiques. Par places les minéraux sont écrasés, la roche présente alors l'aspect d'une brèche microscopique à petits éléments esquilleux.

COMPOSITION CHIMIQUE

Analyse du N° 1037.

SiO_2	=	66,09
TiO_2	=	0,23
Al_2O_3	=	18,85
Fe_2O_3	=	0,91
CaO	=	1,09
MgO	=	1,53
K_2O	=	0,48
Na_2O	=	10,84
Perte au feu	=	1,17
		101,19

La formule magmatique est la suivante :

Analyse ramenée à 100 parties.			Quotients.		
SiO_2	=	67,07	1,101	1,104 RO_2	
TiO_2	=	0,23	0,003		
Al_2O_3	=	18,85	0,185	0,191 R_2O_3	
Fe_2O_3	=	0,91	0,006		
CaO	=	1,09	0,020	0,058 RO	0,238 $R_2O + RO$
MgO	=	1,53	0,038		
K_2O	=	0,48	0,005	0,180 R_2O	
Na_2O	=	10,84	0,175		
		100,00			

Coefficient d'acidité $\alpha = 2,71$.

Rapport $R_2O : RO = 3,42 : 1$.

Formule magmatique $= 5,78\ SiO_2 : R_2O_3 : 1,246\ RO$.

Cette composition, comme on le voit, se rapproche sensiblement de celle de l'albite pure; les oxydes de fer et de magnésie proviennent sans doute de la chlorite mêlée à celle-ci.

§ 4. *Les diorites anorthiques, minéraux, structure, composition chimique.*

Ces roches, essentiellement mélanocrates, sont de couleur noirâtre et assez finement grenues. A l'œil nu, elles paraissent formées presque entièrement par de la hornblende noire en cristaux raccourcis, mais à la loupe on distingue parmi ces derniers quelques grains de feldspath. Au microscope, les minéraux constitutifs de ces roches sont: l'apatite, la magnétite, la hornblende et le plagioclase.

APATITE ET MAGNÉTITE

L'apatite se rencontre abondamment dans cette roche, elle se trouve en inclusions dans l'amphibole, mais également à l'état libre parmi les autres éléments. Ses petits prismes hexagonaux sont raccourçis et généralement terminés; leurs propriétés optiques sont normales. La magnétite est très répandue, elle se rencontre en gros octaèdres ou en grains arrondis inclus dans la hornblende.

HORNBLENDE

Celle-ci ressemble absolument à celle trouvée dans les diorites filonniennes à anorthite qui traversent la koswite. Les cristaux sont courts, trapus, les clivages m = (110) sont constants; en dehors des profils m = (110) et g^1 = (010) on ne trouve pas d'autres formes développées. Sur g^1 = (010) l'extinction de la vibration positive se fait à 17° (oculaire Calderon), les indices de réfraction mesurés directement ont été trouvés de:

Tableau des indices pour la hornblende pour la raie D.

N° de la coupe.	Orientation de la section.	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
1036	Sn_p	1,6856	1,6765	1,6628	0,0228	0,0091	0,0137
				1,6627			

La valeur de la biréfringence maxima déterminée directement est de 0,023. Le signe optique est négatif $= n_p$, l'angle des axes mesure au goniomètre pour la raie D = 82° ½; la valeur calculée = 78° 24′. Ce chiffre a été calculé au moyen des indices. La coloration et le polychroïsme de cette amphibole sont très intenses, en lames déjà un peu épaisses elle est presque opaque; on observe les couleurs suivantes pour l'absorption : n_g = verdâtre foncé, n_m = verdâtre.

n_p = jaune verdâtre pâle. Cette hornblende représente donc un type assez particulier sans doute nouveau, et analogue à celui décrit à propos des roches filonniennes dans la koswite. Elle se distingue par la valeur de ses indices, par sa biréfringence, et surtout par la grandeur de l'angle des axes optiques.

PLAGIOCLASES

Ils sont réduits par rapport à la hornblende et toujours kaolinisés, ils sont mâclés selon la loi de l'albite et de la péricline; les lamelles sont généralement larges.

1° Section mâclée selon Ab, voisine de la bissectrice n_p.

Extinction de 1 voisin de $Sn_p = + 46°$ } = Anorthite.
id. 1' $= - 66°$

2° Section Sn_p, mâclée selon Ab et P.

Extinction de 1 Sn_p pour P $= - 35°$ 1 pour $A_b = + 40°$ } = Anorthite.
id. 1' $= + 23°$ 1' id. $+ - 60°$

3° Section mâclée selon Ab et K, perpendiculaire à $g^1 = (010)$.

Extinction de 1 $= 55°$ } = Anorthite.
id. 2 $= 10°$

Il résulte de ces déterminations que le plagioclase est exclusivement de l'anorthite.

STRUCTURE

La structure est grenue, les prismes de hornblende, orientés optiquement d'une manière différente, se groupent directement et laissent ça et là entre eux quelques vides dans lesquels l'anorthite a cristallisé. Les minéraux sont ici parfaitement isométriques, et la roche présente une grande analogie avec le N° 14 décrit précédemment, qui était cependant plus feldspathique.

COMPOSITION CHIMIQUE

	N° 1036, analyse.	Ramenée à 100 parties.	Quotients.	
SiO_2 =	40,30	40,41	0,675	
Al_2O_3 =	17,63	17,68	0,173	} 0,215 R_2O_3.
Cr_2O_3 =	0,34	0,35	0,002	
Fe_2O_3 =	6,35	6,37	0,040	
FeO =	10,28	10,31	0,143	} 0,597 RO.
CaO =	13,85	13,88	0,248	
MnO =	—	—	—	
MgO =	8,23	8,25	0,206	} 0,640 RO + R_2O.
Na_2O =	2,48	2,49	0,040	} 0,043 R_2O.
K_2O =	0,26	0,26	0,003	
Perte au feu	0,92	—	—	
	100,64	100,00		

Coefficients d'acidité $\alpha = 1,04$.
Rapport $R_2O : RO = 1 : 13,8$.
Formule magmatique $3,14\ SiO_2 : R_2O_3 : 2,98\ RO$.

Cette formule rapproche les diorites anorthiques filonniennes dans la dunite, des types les plus basiques connus parmi les roches dioritiques.



Diorite anorthique filonnienne. Coupe nº 1036. Lumière naturelle. Grossissement = 22 diam. A = amphibole. f = feldspath. Les feldspaths avec nicols croisés.

§ 5. *Les Wehrlites filonniennes, minéraux, structure, composition chimique.*

Ces roches se rencontrent en très petits filons dans la dunite. Elles sont noirâtres, grenues, et complètement exemptes de feldspath. Sous le microscope, les éléments constitutifs en sont : la magnétite, les spinelles chromifères, l'olivine, le pyroxène et la hornblende.

MAGNÉTITE

Ce minéral est très abondant et se rencontre en grains idiomorphes, plus rarement en petites plages sidéronitiques. Il est en général mêlé aux autres minéraux, ou aussi en inclusions dans le pyroxène et la hornblende. On trouve également quelques grains de pléonaste liés à cette magnétite.

OLIVINE

L'olivine forme à peu près le tiers de la roche. Elle se trouve en grains arrondis et hyalins, toujours craquelés, altérée par les actions secondaires et transformée totalement ou partiellement en un minéral brun verdâtre, peu biréfringent, qui paraît par places avoir une texture fibrillaire.

PYROXÈNE

Le pyroxène se présente en cristaux raccourcis, transparents et incolores, renfermant fréquemment des inclusions lamellaires et des grains opaques. Il ne montre pas de profils reconnaissables, et il est de plus rarement mâclé. Les extinctions sur $g^1 = (010)$ se font sous des angles très petits qui ne dépassent jamais 38° et tombent quelquefois à 36. L'angle des axes 2V est petit également (voisin de 53°).

La bissectrice aiguë est positive n_g. La biréfringence n_g-n_p = 0,029. Le pyroxène est sans doute une variété de diopside.

HORNBLENDE

La hornblende est très abondante et quantitativement égale au pyroxène. Les cristaux présentent aussi des formes raccourcies, et ne sont généralement pas mâclés. Sur g^1 = (010) il s'éteignent entre 20 et 22° pour la vibration positive, la biréfringence maxima n_g-n_p = 0,023. Le signe optique est négatif, l'angle des axes 2V dépasse 65°. Le polychroïsme est faible, la coloration de cette hornblende est quelquefois très pâle. On observe généralement : n_g = brun verdâtre assez pâle, n_m = brun plus pâle, n_p = presque incolore. La hornblende, de même que le pyroxène, sont localement allotriomorphes par rapport à l'olivine.

STRUCTURE

La structure est panidiomorphe grenue. Les différents minéraux constitutifs sont isométriques et ce n'est que rarement que le pyroxène ou l'amphibole moulent en certains endroits le péridot. On pourrait à la rigueur choisir un nom nouveau pour cette roche qui est bien, minéralogiquement parlant, une wehrlite, mais qui se distingue cependant de la wehrlite typique par son caractère filonnien.

COMPOSITION CHIMIQUE

		N° 1040.	Analyse ramenée à 100 parties.	Quotients.	
SiO_2	=	44,94	45,05	0,751	
Al_2O_3	=	4,84	4,85	0,047	
Cr_2O_3	=	0,76	0,76	0,005	0,071 R_2O_3
Fe_2O_3	=	4,64	4,64	0,029	
FeO	=	6,75	6,76	0,094	
CaO	=	14,70	14,73	0,263	0,937 RO
MgO	=	23,16	23,21	0,580	
Perte au feu		1,44	—	—	
		101,23	100,00		

Coefficients d'acidité = 1,26.

Formule magmatique : 10,5 SiO_2 : R_2O_3 : 13,3 RO.

§ 6. *Considérations relatives à la formation filonnienne dans son ensemble.*

Il n'est point dénué d'intérêt de comparer les roches filonniennes que nous avons rencontrées aussi bien dans la dunite que dans la koswite et les gabbros, avec celles trouvées par M. Lœwinson-Lessing au Daneskin-Kamen et soigneusement étudiées et décrites par lui. Cette montagne, située au nord du Koswinsky, appartient sans doute à la même zone éruptive; l'auteur en question cite une série de roches curieuses rencontrées aussi bien dans la dunite massive que dans les gabbros et les pyroxénites de la région. A côté de filons gigantoplasmatiques qui manquent au Koswinsky mais que nous avons retrouvés au Tilaï, M. Lœwinson-Lessing a remontré toute une série de roches mélanocrates en filons généralement minces, qu'il range dans les principales catégories suivantes :

1. Des picrites filonniennes à hornblende, qui traversent la dunite massive de la Supreja. Ces roches holocristallines et micro-grenues se composent d'olivine et de hornblende violette, presque incolore en lames minces. Ôn y trouve également quelques grains de feldspath décomposés; la roche, de par ce fait et aussi de par la composition spéciale de la hornblende, devient légèrement alcalifère. La formule magmatique de ces picrites est la suivante: 8 RO : R_2O_3 : 6,83 SiO_2. Coefficient d'acidité $\alpha = 1,22$. Ces roches se rapprochent évidemment beaucoup des wehrlites filonniennes traversant la dunite du Koswinsky.

2. Des micro gabbros-diorites riches en magnétite. Ce sont des roches grisâtres, entièrement cristallines, qui se trouvent en filons dans les diallagites et les hornblendites du Pichtowi-Ouwal. Leur structure est micro-granitique, elles renferment des grains allotriomorphes de plagioclase, de l'augite verte, de la hornblende et de la magnétite. A l'exception de l'augite, ces divers éléments sont en parties égales. La formule magmatique répond à : 2,24 SiO_2 : R_2O_3 : 1,79 RO. Coefficient d'acidité $= \alpha$ 0,90. Cette roche est pour M. Lœwinson-Lessing un micro-gabbro ultrabasique, à magma camptonitique, mais plus basique et plus pauvre en alcali.

3. Des micro-diorites qui se rencontrent en filons noirs, grenus et aphanitiques, dans les gabbros de la Supreja. Ce sont des roches mélanocrates formées par de la hornblende et du plagioclase en grands cristaux, contenus dans une masse kataclastique réelle ou simulée, finement grenue, formée par les mêmes minéraux. La formule de cette roche est 4,81 SiO_2 : R_2O_3 4,25 RO. Coefficient d'acidité = 1,31. Rapport R_2O : RO = 1 : 21.

4. Des micro-diorites, en filons dans les gabbros-norites de l'arête entre Solwa et Supreja; de formule magmatique : 3,31 SiO_2 : R_2O_3 : 2,68 RO. Coefficient d'acidité = 1,15, rapport R_2O : RO = 1 : 20.

5. Des diorites porphyriques et des hornblende-porphyrites à structure holocristalline.

6. Des enstatite-hornblende-porphyrites à masse holocristalline, composées de hornblende, de feldspath et d'enstatite, avec phénocristaux de ce dernier minéral,

7. Des micro-diorites porphyrites avec phénocristaux de hornblende brun violacé.

Nous grouperons maintenant les diverses roches filonniennes que nous avons rencontrées au Koswinsky, en les réunissant en deux séries, l'une basique, l'autre acide.

TYPE BASIQUE

1. Dunites sidéronitiques.
Formule magmatique : 5,4 SiO_2 : 1,1 R_2O_3 : 10,7 RO.
Coefficient d'acidité : $\alpha = 0,79$.

2. Dunites filonniennes ordinaires : Formule magmatique : 67 SiO_2 : R_2O_3 : 132 RO. Coefficient d'acidité $\alpha = 0,98$.

3. Diorites anorthites filonniennes : Formule magmatique : 3,14 SiO_2 : R_2O_3 : 2,98 RO. Coefficient d'acidité $\alpha = 1,04$ R_2O : RO = 1 : 13,8.

4. Wehrlites filonniennes : Formule magmatique : 10,5 SiO_2 : R_2O_3, : 13,3 RO. Coefficient d'acidité $\alpha = 1,26$.

5. Micro-pyroxénites filonniennes aphyriques.

6. Microgabbros porphyriques.

TYPES NEUTRES OU ACIDES

1. Granulites filonniennes micacées. (Plagiaplites micacées.) Formule magmatique : 8 SiO_2 : R_2O_3 : 1,6 RO. Coefficient d'acidité $\alpha = 3,47$, rapport R_2O : RO = 1 : 1,56.

2. Diorites filonniennes leucocrates : Formule magmatique : 5,67 SiO_2 : R_2O_3 : 1,03 RO. Rapport R_2O : RO = 1,34 : 1. Coefficient d'acidité $\alpha = 2,796$.

3. Plagiaplites : Formule magmatique : 4,12 SiO_2 : R_2O_3 : 1,12 RO. Coefficient d'acidité $\alpha = 1,99$, rapport R_2O : RO = 1 : 1,38.

4. Albitites : Formule magmatique : 5,78 SiO_2 : R_2O_3 : 1,246 RO. Coefficient d'acidité = 2,710. Kapport R_2O : RO = 3,42 : 1.

En comparant les roches du Koswinsky avec celles du Daneskin-Kamen, on voit qu'il y a certainement une grande analogie entre elles, bien que les roches filonniennes de ce dernier appartiennent en grande majorité à des termes ultra-basiques qui ne se distinguent, chimiquement parlant du magma camptonitique, que par une basicité plus grande et par un abaissement caractéristique dans la teneur en alcalis. Ces

roches forment pour M. Lœwinson-Lessing une famille naturelle, celle des mélanocrates alcaliptoches; et dès lors les produits finaux ultra-basiques de la différenciation des magmas des roches basiques de profondeur rencontrés toujours en filons minces, pourraient à l'avenir se subdiviser comme suit en :

1° *Groupe des alcaliptoches,* comprenant les micro-gabbros et les micro-diorites à magma ultra alcalino-terreux.

2° *Groupe des alcaliplètes,* qui correspondrait sensiblement aux urtites et aux roches analogues, caractérisées à la fois par la basicité du magma et l'abondance des alcalis.

3° Le *groupe des camptonites* (que nous proposons d'appeler *mésalcaliplètes*) qui représenterait celui des roches intermédiaires entre 1 et 2.

Pour être complet, il faudrait, à notre avis, à ces trois groupes en ajouter un quatrième, qui comprendrait les roches filonniennes sans alcalis, traversant en filons minces les roches basiques massives. Ce groupe serait représenté au Koswinsky par les micro-péridotites, les pyroxénites filonniennes, les wehrlites filonniennes, etc., tandis que celui des alcaliptoches comprendrait les diorites anorthiques filonniennes et les micro-gabbros porphyriques.

Dans la dunite massive de l'éperon du Koswinsky, comme dans la koswite elle-même, nous retrouvons une double formation filonnienne, l'une mélanocrate basique, l'autre leucocrate acide. Nous avons déjà indiqué sommairement, à propos des roches filonniennes dans la koswite, que l'on pouvait concevoir ce phénomène comme résultant d'une certaine incompatibilité entre les éléments résiduels des roches basiques abyssales. Le résidu que M. Lœwinson-Lessing compare à des eaux mères, se séparerait en deux éléments, l'un basique et faiblement alcalin, l'autre hyperacide contenant sans doute les dissolvants et les minéralisateurs; ces éléments cristalliseraient alors séparément et seraient l'origine de la double formation observée. Sans doute, dans l'état actuel de la question, il n'est guère possible de préciser les conditions dans lesquelles les roches abyssales basiques se sont consolidées; à la vérité les observations faites à propos de la koswite sembleraient indiquer que le facteur température peut avoir joué ici un rôle plus grand que pour les roches acides, mais il ne faudrait cependant pas exagérer les conséquences que l'on peut tirer de la concordance dans l'ordre de consolidation observé, avec l'abaissement des points de fusion des minéraux constitutifs et les expériences de M. Vogt sur la cristallisation simultanée de l'olivine et de la magnétite, montrent qu'il serait dangereux d'exagérer la portée de cette coïncidence. De toutes façons il n'en est pas moins incontestable que les roches basiques de profondeur ont, elles aussi, été accompagnées de dissolvants et de minéralisateurs comparables à ceux qui jouent un si grand rôle dans la consolidation des

roches granitiques acides. Les recherches de M. Lacroix sur les contacts si variés et si intéressants de la lherzolithe sont absolument démonstratifs à cet égard. L'abondance des minéraux alcalifères et fluorés observés par lui au contact de roches ultrabasiques très pauvres en soude et en potasse ou qui même n'en renferment pas, montre clairement que les alcalis n'ont point été fixés dans le magma basique, mais qu'ils constituent en quelque sorte un produit d'exsudation mis en liberté avec les dissolvants et les minéralisateurs. C'est probablement à la suite d'une exsudation analogue que se sont formés les filons et les filonnets acides rencontrés aussi bien dans la koswite que dans la dunite de l'éperon du Koswinsky.

CHAPITRE XIII

Description des roches du Koswinsky. Les diabases du Kroutoï-Ouwal.

§ 1. Généralités sur les diabases et sens affecté à cette dénomination. — § 2. Minéraux constitutifs et principales structures. — § 3. Monographie des types étudiés. — § 4. Composition chimique et formules magmatiques.

§ 1. *Généralités sur les diabases et sens affecté à cette dénomination.*

Nous avons vu que les formations éruptives du Pharkowsky-Ouwal et du Sosnowsky-Ouwal étaient flanquées vers l'est d'une zone très continue de roches éruptives également, que l'on pouvait poursuivre sans discontinuité depuis l'embouchure de la rivière Garéwaïa jusqu'au confluent des deux Koswa, en passant par l'arête rocheuse qui forme la rive droite des sources de Balchaïa-Sosnowka, arête que nous avons appelée Kroutoï-Ouwal. Sur le terrain, ces roches éruptives présentent un aspect absolument uniforme qui les fait reconnaître à première vue aussi bien dans le lit de la rivière Tilaï, par exemple, qu'au confluent des deux Koswa ou sur le Kroutoï-Ouwal. Elles sont de couleur verte généralement claire, avec cette nuance

spéciale aux roches qui sont complètement imprégnées de chlorite. A l'œil nu, ces roches sont finement grenues avec égal développement des individus minéraux; certains spécimens cependant présentent des phénocristaux qui n'excèdent pas 0,002 m., et qui paraissent engagés dans une pâte; d'autres sont absolument aphanitiques et lorsqu'ils sont lités par dynamo-métamorphisme, ils sont identiques aux schistes chloriteux ou à certains schistes cornés de la région. Certaines variétés sont amygdalaires, les amygdales de petite dimension sont alors remplies de calcite. Ces différentes roches sont fréquemment pyriteuses et traversées par des filons secondaires de quartz ou de calcite. L'uniformité d'aspect que l'on observe sur le terrain cesse lorsqu'on examine ces roches au microscope et malgré leur état de décomposition avancé qui en rend l'étude difficile, on peut se convaincre que bien que les minéraux constitutifs soient toujours les mêmes, il existe cependant des structures fort différentes. On observe en effet parmi ces roches des types véritablement doléritiques, d'autres ayant eu selon toute vraisemblance une structure intersertale, d'autres encore qui réalisaient probablement une structure hyalopilitique. Il semble donc que l'on peut en conclure à la présence simultanée de dolérites (au sens adopté par le C. P. F.) ou de basaltites doléritiques et ordinaires avec variétés aphyriques, porphyriques ou micro-porphyriques. Pour la simplicité de la description et vu la liaison étroite qui existe entre ces différentes roches, nous les réunirons sous le nom global de diabases.

§ 2. *Minéraux constitutifs et principales structures.*

Le seul minéral constitutif primaire reconnaissable et encore déterminable est l'augite. Celle-ci se rencontre soit en plages, soit en cristaux corrodés mais sur lesquels on peut cependant reconnaître encore les profils m = (110), g^1 = (010), h^1 = (100) b $^1/_2$ = ($\bar{1}$11) et p = (001). Les cristaux sont faiblement allongés selon la zone prismatique, on observe quelques mâcles h^1 = (100); l'augite est généralement incolore, elle ne renferme pas d'inclusions. Sur g^1 = (010) extinction de $n_g = 55°$; le plan des axes est parallèle à g^1 = (010), la bissectrice aiguë est positive $= n_g$. L'angle des axes optiques 2V = 58° environ (mesure approximative). Les biréfringences mesurées directement ont donné: $n_g - n_p = 0{,}022$, $n_g - n_m = 0{,}015$, $n_m - n_p = 0{,}005$.

PLAGIOCLASES

Il est excessivement rare de rencontrer un plagioclase comme phénocristal ou comme microlithe qui soit déterminable; dans deux cas seulement, nous avons

pu trouver quelques sections Sn_p dont les extinctions correspondaient à une andésine $Ab_5 An_3$, mais il n'est pas possible de se prononcer sur les caractères de ces feldspaths, notamment celui des microlithes quand ils ont existé.

MINÉRAUX SECONDAIRES

Ils sont excessivement nombreux et nous les décrirons à propos de chaque type en particulier. Ce sont principalement l'épidote, le kaolin, l'actinote, la sericite, la chlorite, le leucoxène puis la calcite.

STRUCTURES ET PRINCIPALES VARIÉTÉS

On observe différentes structures discernables malgré l'état avancé de décomposition de ces roches, elles permettent d'établir dans cette formation quelques types bien caractérisés:

1° *Type dorélitique à structure ophitique.*



Type doléritique à structure ophitique. **Coupe n° 115. Grossissement = 13. T = leucoxène. P = pyroxène. f = feldspath décomposé. La coupe montre les plages d'augite moulant des plagioclases d'habitus microlithique, transformés en kaolin.**

Les roches de cette catégorie ont un grain assez fin, mais toujours appréciable à l'œil nu. Sous le microscope, l'augite forme des grandes plages ayant chacune une orientation optique unique, qui primitivement moulaient et empâtaient des feldspaths d'assez grande taille mais avec l'habitus microlithique. Ces feldspaths sont complètement décomposés et c'est à peine si, très localement, on aperçoit des rudiments de lamelles hémitropes. Ils sont remplacés par une masse kaolinique prédominante, grisâtre en lumière naturelle et opaque en lumière polarisée. Dans celles-ci on trouve divers produits secondaires, à savoir:

1° des amas de chlorite formés par une variété vert pâle à peine biréfringente et polychroïque, ces amas paraissent remplir la carcasse d'un minéral préexistant complètement disparu. (Peut-être de la hornblende?) La chlorite se présente en petites lamelles et en houppes, n_g coïncide avec le clivage p = (001), n_g = vert très pâle, n_p = incolore.

2° Des amas d'un minéral en très petites lamelles (qui d'ailleurs ne se rencontrent pas chez tous les spécimens).

Les lamelles parallèles à p = (001) rappellent vaguement un contour hexagonal, elles sont rigoureusement uniaxes négatives, de couleur vert olive. Les lamelles perpendiculaires à p = (001) s'éteignent en long, elles sont fortement polychroïques avec : n_g = brun verdâtre foncé, n_p = verdâtre pâle. La biréfringence est très élevée et atteint 0,04 ; ce minéral est donc une biotite secondaire.

3° Des plages d'un minéral translucide, de couleur brunâtre, polarisant en agrégat ; ces plages rappellent comme forme celle de l'augite. Elles sont même parfois enclavées dans ce minéral, mais il est impossible de déterminer la nature de ces amas qui proviennent sans doute de la décomposition d'un minéral problématique qui a complètement disparu ; elles sont assez nombreuses et se retrouvent constamment dans ce type. Nous les considérons comme appartenant à un minéral leucoxénique.

La disparition complète de l'élément feldspathique et son remplacement par le kaolin met admirablement en évidence la structure primitivement ophitique de ces roches. Les plages d'augite qui paraissent distribuées dans une masse amorphe, présentent alors des contours bizarres rappelant absolument les plages du quartz des pegmatites. Le nom de diabases ou mieux de dolérites convient donc absolument aux roches de ce type.

2° *Type doléritique aphyrique.*

La roche qui présente ce type paraît avoir été formée de gros microlites feldspathiques enchevêtrés, mêlés à de l'augite assez abondante en individus de dimensions plus réduites. Les deux éléments pyroxène et feldspath sont étroitement enchevêtrés, et il existe des formes transitoires entre ce type et le précédent caractérisées par la présence de petits cristaux-plages de pyroxène moulant localement les microlithes feldspathiques. Ces roches sont également fort décomposées et souvent très dynamo-métamorphiques, l'augite est fréquemment broyée et étirée, les feldspaths complètement kaolinisés, sont cependant encore reconnaissables par places. Ils sont mâclés selon l'albite et la péricline ; la variété, autant qu'on en peut juger sur les quelques déterminations possibles, est plus basique que l'andésine. Ce type renferme comme le précédent des petites accumulations de chlorite vert pâle, groupées par plages, qui évidemment proviennent d'un minéral préexistant ; puis des produits opaques sans doute ferrugineux ou titanifères, enfin quelques plages de calcite. Les roches qui présentent ce type paraissent avoir été entièrement cristallisées, autant que permet d'en juger leur état de décomposition avancée.

3° *Type porphyrique, andésitique ou labradorique (paleoandésite, ou paleolabradorite au sens du C. P. F.).*

Ce type est à deux temps de consolidation marqués, les phénocristaux sont représentés: 1° par des plagioclases assez abondants appartenant au groupe de l'andésine, joints à un minéral ferro-magnésien complètement décomposé et remplacé par des amas d'une chlorite d'un vert d'herbe, en petites lamelles distinctes associées à un peu de calcite. Il est impossible par la forme des contours de savoir quel était le minéral primitif; il se peut que ce soit de l'augite, ce minéral subit cependant un autre genre de décomposition dans ces roches. 2° Par des plagioclases toujours prédominants, du même type que les précédents, mais dont la basicité descend jusqu'à $Ab_1 An_1$; puis de l'augite à caractères ordinaires. Il est à remarquer que dans ce cas il n'existe pas de grandes sections chloritisées parmi les phénocristaux ce qui confirme les doutes exprimés plus haut sur le rôle éventuel de l'augite dans la formation de ces plages.



Type porphyrique à plagioclase (paléoandésite). Coupe n° 70. La coupe montre les phénocristaux plagioclases disséminés dans une pâte primitivement composée de microlithe fin, complètement altérée.

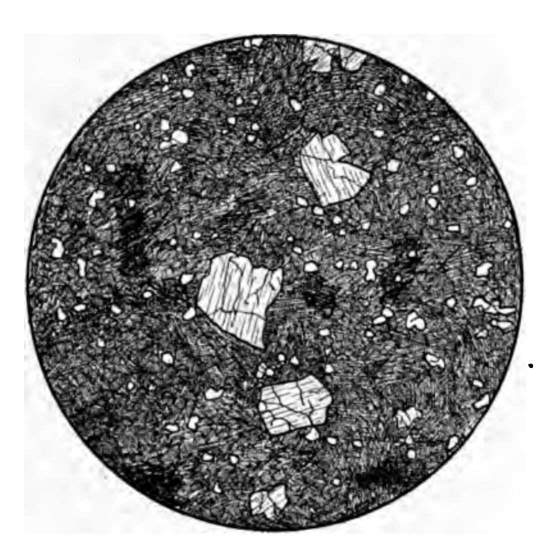
La pâte est un peu variable. Parfois elle est presque grenue et formée par des grains d'augite très nombreux joints à des gros microlithes de feldspath. Cette pâte ressemble alors complètement au type doléritique N° 2 et nous nous trouvons sans doute ici en présence d'un facies porphyrique de celui-ci. Il est bien entendu impossible de savoir, vu l'état de ces roches, s'il existait ou non un résidu vitreux.

D'autres fois la pâte est formée par des microlithes beaucoup plus courts, l'aspect porphyrique de la roche s'exagère dans ce cas, ces microlithes sont circonscrits par un véritable réseau de lamelles de chlorite provenant sans doute de la décomposition d'un élément ferro-magnésien. L'augite est très rare dans cette pâte soit par le fait qu'elle a peut-être disparu, soit parce qu'elle l'était initialement. On y trouve aussi de nombreux petits amas grisâtres à relief élevé, qui polarisent à la façon des agrégats, et qui sans doute sont d'origine leucoxénique ; puis aussi des grains de calcite. Ce même minéral forme d'ailleurs quelques amas de la dimension des phénocristaux.

4° *Un type porphyrique à grands cristaux d'augite (basaltite à augite).*

Ce type est assez différent des précédents, il est toujours nettement porphyrique, mais les phéno-cristaux ne comportent que de l'augite. Ce minéral présente alors des formes géométriques reconnaissables. Il est assez volumineux relativement à la dimension du grain de la pâte, et présente les caractères optiques qui ont été signalés précédemment. On observe que souvent ces phénocristaux d'augite sont sillonnés de canaux de décomposition, remplis par une matière colloïde.

La pâte est complètement transformée et décomposée. Elle a été peut-être à l'origine microlithique et hyalopilitique, mais il est impossible de le savoir. Les éléments sont en tout cas de petite dimensions. Elle est formée par une masse feutrée produite par l'entrecroisement de petites lamelles d'un minéral d'aspect micacé ou séricitique, qui présentent un clivage p = (001) avec lequel coïncide la vibration n_g. Ce minéral est incolore en lumière naturelle ou très légèrement brunâtre, son relief est très inférieur à celui de l'augite, sa biréfringence maxima ne dépasse pas 0,020. Sur certaines lamelles sans clivage et peu biréfringentes, on observe une bissectrice aiguë n_p avec un angle des axes 2V assez grand. Ce minéral appartient sans doute au groupe de la séricite et provient probablement de la décomposition de l'augite, car il forme souvent une auréole fibro-lamellaire aux cristaux de cet élément; l'orientation optique des fibres est alors toute différente de celle du noyau central. Aux forts grossissements, on voit que ces lamelles sont disposées dans une masse argileuse et kaolinique, qui provient sans doute des feldspaths; par places, c'est le kaolin qui domine, ailleurs ce sont les lamelles en question. Lorsqu'il y a dynamo-métamorphisme intense, ces lamelles s'orientent et communiquent alors à la roche une certaine schistosité. On trouve également dans la masse argileuse séricitique des grains d'épidote et parfois même des associations centro-radiées formées par des cristaux de ce minéral, puis enfin des grains de leucoxène ainsi que des amas de calcite.



Type porphyrique à augite (basaltite). Coupe n° 702. Lumière naturelle, la masse est dessinée en lumière polarisée. Grossissement = 22 diam. La coupe montre les phéno-cristaux d'augite disséminés dans la base décomposée qui représente la pâte.

Il est donc probable que la masse argilo-séricitique observée, remplace la pâte

microlithique de ces roches; elle provient d'une association de plagioclases basiques à l'état de microlithes avec des grains d'augite, les premiers ayant formé le kaolin, les seconds le minéral séricitique.

Lorsque la décomposition jointe au dynamo-métamorphisme sont plus intenses, il devient souvent complètement impossible de reconnaître l'origine première des roches que l'on a sous les yeux et surtout le type qu'elles réalisent. C'est ainsi, par exemple que l'augite disparaît de plus en plus et ne présente que quelques petits débris à peine reconnaissables; par contre, l'épidote augmente considérablement de même que la chlorite, et la roche passe par toutes les formes transitoires à des schistes chlorito-épidotiques, dans lesquels il est impossible de retrouver une trace de la structure première. Il y a dans ce cas toujours séparation de magnétite secondaire, ainsi que de quartz disséminé alors en petits grains parmi ceux plus gros de l'épidote et les lamelles de la chlorite. Dans certaines variétés complètement transformées, on ne trouve plus d'épidote, toute la masse est alors formée par un tissu serré de petites lamelles d'une chlorite très peu biréfringente parmi lesquelles on trouve localement des amas opaques formés par des matières kaoliniques.

On trouve également des tufs manifestes, dans lesquels on observe une structure clastique et bréchiforme des mieux caractérisée et où l'on peut nettement constater la présence de fragments appartenant aux divers types décrits, fragments qui sont reliés entre eux par des veines remplies d'une chlorite vert d'herbe.

Il paraît donc incontestable que les différentes roches du Kroutoï-Ouwal font partie d'une même famille et qu'elles représentent d'anciennes nappes d'épanchement dont les roches constitutives peuvent à la vérité avoir eu des structures différentes, mais qui ont très certainement une origine commune et une étroite parenté.

§ 3. *Monographie des types étudiés.*

TYPE DOLÉRITIQUE A STRUCTURE OPHITIQUE

N° 205. Crête du Kroutoï-Ouwal.

Roche finement grenue, verdâtre, un peu plus foncée que d'habitude, d'aspect doléritique. Au microscope, l'augite, en plages très abondantes, présente les caractères indiqués. Les plagioclases sont complètement altérés et transformés en masse kaolinique. Sur une mâcle encore visible, on a relevé une extinction de 15° ½ dans la zone de symétrie, la lamelle ne présentait d'ailleurs pas de bissectrice, il est donc

probable que la variété est plus basique que $Ab_5 An_3$. On trouve quelques rares amas chloriteux remplissant la carcasse d'un minéral disparu, puis des plages opaques ou translucides polarisant dans ce cas à la façon des agrégats, et formées par le minéral énigmatique dont nous avons parlé plus haut. La base qui remplace les feldspaths décomposés est principalement formée de produits argileux opaques. On y trouve cependant çà et là de petits groupements de biotite secondaire.

N° 204. Crête du Kroutoï-Ouwal.

A l'œil nu, cette roche paraît analogue au numéro précédent. Au microscope elle est beaucoup plus altérée et dynamo-métamorphique. Les plages d'augite sont écrasées par places, et disséminées dans une masse primitivement feldspathique complètement décomposée. La chlorite en grandes lamelles d'un vert pâle, est ici très abondante. L'épidote se rencontre en petits grains jaunâtres, disséminés sur certains points; la masse kaolinique qui renferme les feldspaths contient également un peu de quartz secondaire.

N° 115. Chemin de Malinka-Koswa à Sosnowka.

Elle est très analogue au N° précédent, mais les plages d'augite sont beaucoup plus larges, elles montrent admirablement la structure primitivement ophitique de l'échantillon. Quelques amas du minéral brun décomposé précité. Feldspath entièrement décomposé remplacé par une masse kaolinique. Localement, quelques produits ferrugineux accessoires.

N° 90. Confluent des deux Koswa.

La roche ressemble au N° 115, mais elle est plus pauvre en augite qui, cependant, y présente la disposition en plages faisant ciment entre les feldspaths. La roche semble avoir été leucocrate ou peut-être mésocrate. Les plages sont parfois environnées d'une auréole de décomposition formée par un minéral fibrillaire (séricite?). Les feldspaths sont entièrement kaolinisés, et remplacés par des amas de substances opaques parmi lesquels sont mêlées des lamelles chloriteuses.

TYPE GRENU APHYRIQUE

N° 92. Confluent des deux Koswa.

La roche est formée par un mélange enchevêtré de gros microlithes de feldspath, mêlés à des grains et cristaux d'augite. Le feldspath paraît dominant, il est mâclé selon l'albite et fortement décomposé; sur certaines sections Sn_p, on a re-

levé des extinctions de 18 à 20°, l'extinction 1' montrait également une bissectrice presque centrée; la variété oscille sans doute entre $Ab_5 An_8$ et l'andésine de M. Fouqué. L'augite est laminée et écrasée, certaines sections moulent encore le feldspath, d'autres sont idiomorphes, c'est là sans doute un terme de passage avec le type précédent. Quelques plages de chlorite verte formées de petites lamelles, puis un peu de kaolin, des grains de calcite, et des aiguilles d'actinote.

N° 69. Embouchure de Pharkowka, fond d'un puits.

Cette roche appartient au même type que le N° 92, mais le grain en est plus fin. Elle est également beaucoup plus fortement décomposée; les microlithes de feldspath y sont mêlés aux grains d'augite, mais le tout est si fortement décomposé qu'une détermination des feldspaths est impossible. Toute la masse est criblée de grains opaques, de lamelles de chlorite, de fibres d'actinote et de grains de calcite.

TYPE PORPHYRIQUE A PHÉNOCRISTAUX DE PLAGIOCLASE (PALÉO-ANDÉSITE)

N° 70. Près de l'embouchure de la rivière Pharkowka.

Les phénocristaux comprennent des plagioclases et un minéral ferro-magnésien qui est complètement décomposé et transformé en amas de chlorite vert d'herbe mêlés à des grains et des noyaux de calcite. Il n'existe pas d'augite parmi les éléments de la première consolidation; quant aux feldspaths, plusieurs déterminations conduisent aux types suivants:

1° Section Sn_p bissectrice aiguë.

Extinction de 1 $Sn_p = 14°$, id. 1' $= 15°$ } — entre $Ab_8 An_1$ et $Ab_5 An_8$.

2° Section Sn_p, sur 1 bissectrice à peu près centrée.

Extinction sur 1 $Sn_p = 18°$, id. 1' $= 16°$ } — 35 % An, andésine $Ab_5 An_3$.

3° Section $g' = (010)$.

Extinction de $n_p = -17$. — Labrador, voisin de $Ab_1 An_1$.

La pâte est formée de microlithes feldspathiques de même nature que les phénocristaux, c'est-à-dire en majorité andésitique, autant qu'il est permis de le dire dans l'état de décomposition de la roche. Ces microlithes sont associés à de nombreuses lamelles de chlorite, et à des petits grains qui polarisent en agrégat et qui sont sans doute le restant d'un élément ferro-magnésien, probablement de l'augite. Il est impossible de dire s'il existait ou non un résidu vitreux, la proportion relative des phénocristaux par rapport à la pâte est assez considérable.

N° 105. Confluent des deux Koswa.

Les phénocristaux sont plus rares que dans le N° précédent, ils comportent des plagioclases qui appartiennent à la série des andésines, de l'augite en cristaux incolores, puis un autre minéral ferro-magnésien représenté par des amas de lamelles chloriteuses. La pâte est formée par une association enchevêtrée de gros microlithes d'augite et de plagioclase. Les microlithes d'après leurs extinctions, appartiennent à la série comprise entre $Ab_5 An_8$ et $Ab_1 An_1$. On y trouve aussi des amas translucides, grisâtres, polarisant en agrégats, puis beaucoup de chlorite d'un vert pâle, de la calcite en petits amas, ainsi qu'un minéral fibrillaire incolore produit de la décomposition de l'augite, que nous prenons pour de la séricite. La pâte est ici très largement cristallisée, il n'est pas possible de constater l'existence d'un résidu vitreux.

TYPE PORPHYRIQUE A PHÉNO-CRISTAUX D'AUGITE (BASALTITES)

N° 700. Gros blocs dans les alluvions de Malinka-Sosnowka.

A l'œil nu la roche est vert grisâtre pâle, finement grenue, avec quelques petits cristaux développés porphyriquement. Sous le microscope, les phéno-cristaux sont abondants, moins que la pâte cependant; ils sont exclusivement représentés par de l'augite. Ce minéral est incolore, présente les profils indiqués précédemment, puis quelques mâcles selon $h^1=(100)$ répétées. La pâte ne renferme plus trace d'éléments feldspathiques; par contre on y trouve des petits grains d'augite disséminés dans une masse feutrée et fibreuse, de constitution argilo-séricitique. Quelques grains d'épidote et un peu de calcite.

N° 702. Alluvions de Malinka-Sosnowka.

Cet échantillon est absolument analogue au N° précédent, les phénocristaux y sont cependant moins abondants. La pâte est toujours argilo-séricitique, à texture très fine, elle contient quelques volumineux cristaux de pyrite.

N° 709. Blocs dans l'alluvion de Malinka-Koswa.

Les phénocristaux d'augite sont abondants, mâclés selon $h^1=(100)$, sillonnés de canaux remplis par de la matière colloïde, ce qui leur communique une structure persillée. Quelques grains de magnétite primaire puis pâte argilo-séricitique renfermant quelques panaches d'épidote à structure centro-radiée.

N° 66. Fond d'un puits, rive gauche de Pharkowka près de l'embouchure.

Cette roche, extrêmement décomposée, paraît appartenir au même type. La première consolidation comporte en effet quelques phéno-cristaux d'augite avec les caractères ordinaires. Puis il existe un assez grand nombre de plages formées par de la calcite qui peut provenir aussi bien du remplissage de cavernes (ce qui correspondrait alors à un facies scoriacé), que du produit de la décomposition de phéno-cristaux accompagnant l'augite mais dont il ne resterait aucune trace. La pâte est également argilo-séricitique et surchargée de calcite et de produits opaques.

FACIES D'ALTÉRATION DES TYPES PRÉCÉDENTS

N° 203. Près de la crête du Kroutoï-Ouwal.

Cette roche paraît être un facies de décomposition du type N° 4. Sous le microscope, on y voit encore quelques grains d'augite, mais tous les éléments feldspathiques ont disparu. Il ne reste à la place qu'une masse formée par de la chlorite disposée en nids et en zones, jointe à des gros grains d'épidote, des éléments opaques d'origine leucoxénique, un peu d'hématite, puis localement des grains de quartz secondaire. C'est une forme de passage au schistes chloriteux.

N° 200. Sur le Kroutoï-Ouwal.

Facies analogue au précédent, mais plus fortement décomposé. On ne trouve en effet plus que des rudiments d'augite, toute la masse constitutive est formée ici par un mélange d'individus enchevêtrés de chlorite, de produits opaques et leucoxéniques de séricite puis aussi, mais localement, de lamelles de mica secondaire jointes à quelques grains d'épidote.

N° 201. Sur le Kroutoï-Ouwal.

Facies analogues au précédent mais très dynamo-métamorphique, la roche ne renferme plus trace d'augite primitive et présente une structure manifestement parallèle. Elle est en grande partie formée d'une chlorite vert pâle légèrement polychroïque, enchevêtrée avec des paillettes de séricite et des petits grains d'épidote. On trouve encore quelques amas de matière kaolinique, rarement un peu de calcite. Le type primitif ayant donné naissance à cette roche était probablement le N° 2.

N° 202. Kroutoï-Ouwal, sur la crête.

Cette roche est complètement transformée et a perdu toute trace de son origine première. Sous le microscope elle est formée d'un enchevêtrement feutré très uni-

formé de lamelles de chlorite et de paillettes de séricite. On y rencontre aussi une grande quantité de petits grains d'épidote très uniformément disposés dans la masse, puis des produits opaques, et enfin localement un peu de quartz secondaire localisé sur certains points.

N° 57. Embouchure de la rivière Tzenkowka.

Cette roche est un peu différente des précédentes, elle ne garde rien de son origine première. Sous le microscope, elle est formée par une association intime de quartz, d'épidote très abondante, de lamelles de chlorite jointes à des produits opaques et leucoxéniques.

N° 58. Embouchure de la rivière Tzenkowka.

Ce spécimen est formé par de la chlorite réunie à beaucoup d'épidote et à des produits opaques. Il existe localement du quartz secondaire, mais toute trace des minéraux constitutifs primordiaux a complètement disparu.

N° 67. Fond d'un puits, près de l'embouchure de Pharkowka.

Roche complètement décomposée, schisteuse, formée par des éléments kaoliniques réunis à de la chlorite et du quartz. Il n'existe plus trace des minéraux constitutifs.

N° 65. Fond d'un puits près de l'embouchure de Pharkowka.

Roche entièrement décomposée, verdâtre, finement grenue, formée par une association argilo-séricitique dans laquelle on trouve encore quelques débris d'augite, mais en petite quantité. Dans la masse séricitique on remarque quelques grains d'épidote puis des produits opaques d'origine leucoxénique.

N° 91. Confluent des deux Koswa.

Roche écrasée, schisteuse, formée par une masse argileuse et séricitique, avec traînées de chlorite et d'éléments opaques. Beaucoup de grains d'épidote puis quelques plages d'augite encore appréciables. Le type réalisé ici, à en juger par la forme de l'augite, était probablement le N° 1.

N° 181. Blocs en place dans la rivière Tilaï en amont de Garéwaïa.

Cette roche représente absolument le type N° 4 observé au Kroutoï-Ouwal, il est seulement dans un état d'altération plus avancé. Les phénocristaux d'augite sont rares et détruits par altération, les formes géométriques de leur profil ont disparu, et les noyaux qu'il en reste sont entourés d'une auréole fibrillaire séricitique. La masse principale est argilo-séricitique comme d'habitude, elle ne renferme que peu de chlorite.

TUFS DES FORMATIONS PRÉCÉDENTES

N° 206. Kroutoï-Ouwal.

Cette roche est formée de fragments hétérogènes en voie de décomposition avancée. On y observe des fragments du type N° 4 et du type N° 2 réunis par des veines contournées remplies d'une chlorite vert d'herbe légèrement polychroïque. Plusieurs autres numéros récoltés en des points différents présentent la même structure et la même composition.

N° 116. Chemin de petite Koswa à Sosnowka

Ce spécimen est absolument identique au N° précédent et ne s'en distingue en rien. Les débris anguleux sont soudés par de la chlorite verte et polychroïque.

§ 4. *Composition chimique et formules magmatiques.*

Nous avons analysé deux des types principaux indiqués, de façon à voir quelle était leur analogie magmatique. Il convient cependant de prendre en considération l'état d'altération avancé de ces différentes roches qui compromet la valeur des résultats au point de vue de leur interprétation.

Analyses :

	N° 205	N° 700	N° 702
SiO_2	= 45,56	51,83	52,75
Al_2O_3	= 14,67	8,13	12,12
Fe_2O_3	= 4,61	5,58	1,36
FeO	= 10,95	6,91	7,39
CaO	= 12,08	12,54	10,13
MgO	= 7,31	8,86	11,25
K_2O	= 0,56	0,71	0,29
Na_2O	= 2,58	3,63	3,56
Perte au feu + CO_2	= 3,90	2,82	2,26
	102,22	101,01	101,11

N° 205 = type doléritique à structure ophitique.

N° 700 = type porphyrique à phénocristaux d'augite (basaltite).

N° 702 = type porphyrique, les phénocristaux d'augite sont beaucoup plus abondants.

Malgré l'état de décomposition de ces roches les analyses montrent cependant un réel caractère de famille.

Les formules magmatiques ont été calculées pour les N°s 92, 700 et 702. On trouva les résultats suivants :

N° 205

Moyenne sur 100 parties.		Quotients.		
SiO_2	= 46,34	0,772		
Al_2O_3	= 14,92	0,146	0,175 R_2O_3	
Fe_2O_3	= 4,69	0,029		
FeO	= 11,14	0,1547		
CaO	= 12,29	0,2190	0,5594 RO	
MgO	= 7,43	0,1857		0,6074 R_2O + RO
K_2O	= 0,57	0,006	0,0480 R_2O	
Na_2O	= 2,62	0,042		
	100,00			

Coefficient d'acidité α = 1,36.
Rapport R_2O : RO = 1 : 11,65.
Formule magmatique = 4,41 SiO_2 : R_2O_3 : 3,47 RO.

N° 700.

Moyenne sur 100 parties.		Quotients.		
SiO_2	= 52,79	0,8798 RO_2		
Al_2O_3	= 8,28	0,0811	0,1166 R_2O_3	
Fe_2O_3	= 5,68	0,0355		
FeO	= 7,04	0,0977		
CaO	= 12,77	0,2280	0,5512 RO	
MgO	= 9,02	0,2255		0,6184 RO + R_2O
K_2O	= 0,72	0,0076	0,0672 R_2O	
Na_2O	= 3,70	0,0596		
Total.	100,00			

Coefficient d'acidité α = 1,8.
Rapport R_2O : RO = 1 : 8,2.
Formule magmatique = 7,545 SiO_2 : R_2O_3 : 5,3 RO.

N° 702.

Moyenne sur 100 parties.			Quotients.		
SiO_2	=	53,36	0,8898 RO_2		
Al_2O_3	=	12,26	0,1202	0,1288 R_2O_3	
Fe_2O_3	=	1,38	0,0086		
FeO	=	7,48	0,1038	0,5713 RO	0,6324 R_2O + RO
CaO	=	10,25	0,1830		
MgO	=	11,38	0,2845		
K_2O	=	0,29	0,0031	0,0611 R_2O	
Na_2O	=	3,60	0,0580		
Total.		100,00			

Coefficient d'acidité $\alpha = 1,73$.

Rapport $R_2O : RO = 1 : 9,35$.

Formule magmatique $= 6,908\ SiO_2 : R_2O_3 : 4,91\ RO$.

Comme on le voit par les formules qui précèdent, c'est là la véritable expression du magma des diabases, et malgré les oscillations observées, il est incontestable que toutes les variétés du Kroutoï-Ouwal appartiennent à un seul et même magma.

CHAPITRE XIV

Description des roches du Koswinsky. Les gabbros ouratilisés de la ligne de partage.

§ 1. Généralités sur les roches de la ligne de partage et monographie des types étudiés. — § 2. Les roches du Kitlimsky-Ouwal.

§ 1. *Généralités sur les roches de la ligne de partage et monographie des types étudiés.*

Sur la ligne de partage qui sépare les bassins de la petite Koswa de Kitlim, on ne trouve pas de pointements rocheux en place dans la forêt. En revanche on

rencontre fréquemment des blocs isolés couverts de mousse, qui, sans doute, ne proviennent pas de très loin et sont probablement analogues à la roche sous-jacente. Les différentes roches que l'on y rencontre appartiennent à la même famille, celle des gabbros ouralitisés, nous examinerons séparément chaque type rencontré, ne pouvant, par suite de l'incertitude laissée par les observations sur le terrain, établir aucune relation entre eux.

MONOGRAPHIE DES TYPES ÉTUDIÉS

N° 131. Ligne de partage, cailloux dans la forêt.

Cette roche très largement cristallisée, paraît formée à l'œil nu en grande partie par de la hornblende en volumineux cristaux enchevêtrés, parmi lesquels on distingue çà et là une tache rosée formée par l'élément feldspathique; elle ressemble à une diorite mélanocrate à grain grossier. Au microscope, la hornblende se présente en larges plages de couleur vert foncé, qui provient exclusivement d'un diallage dont on retrouve encore quelques traces. L'ouralitisation s'est produite d'une façon tout à fait irrégulière, les taches de hornblende marbrent les cristaux de diallage restant. La hornblende est assez souvent mâclée, elle s'éteint sur $g^1 = (010)$ à 20°; le polychroïsme est intense et donne : $n_g =$ vert foncé, $n_m =$ vert, $n_p =$ vert jaunâtre; la bissectrice aiguë est négative et l'angle des axes grand. Le pyroxène présente les caractères d'un diallage analogue à celui que l'on retrouve dans les roches du Katéchersky. Quant aux feldspaths, ils sont complètement kaolinisés et remplacés par des amas opaques, la variété était sans doute basique. On trouve quelques plages de magnétite, puis aussi de l'hématite secondaire, cette roche est donc un gabbro ouralitisé à facies mélanocrate.

N° 124. Ligne de partage, sur le versant de Malinka-Koswa.

Cette roche est très différente de la précédente, elle est leucocrate, à grain beaucoup plus fin. A l'œil nu le feldspath paraît de plus grande taille que l'élément noir qui est formé par une masse finement grenue. Sous le microscope, le diallage est encore abondant, mais les cristaux sont persillés de facules d'amphibole. Par places le diallage a complètement disparu, il est remplacé par une mosaïque d'amphibole formée par des individus grenus orientés optiquement d'une manière différente mais qui résultent de l'ouralitisation d'une seule et même plage de diallage. On trouve un peu de magnétite secondaire, puis beaucoup de feldspath complètement kaolinisé.

N° 123. Ligne de partage dans la forêt.

Cette roche est très finement grenue, de couleur grisâtre, elle représente un type également très commun au Katéchersky et dont nous reparlerons plus en détail en étudiant cette montagne. Il est formé exclusivement de petits grains de hornblende raccourcis et disséminés dans une masse feldspathique complètement kaolinisée. La hornblende est d'un vert sale, légèrement polychroïque, ses caractères optiques sont ordinaires. Dans la masse kaolinique, on trouve quelques grains de quartz secondaire. Bien que cette roche ne renferme aucune trace visible de pyroxène, elle appartient sans doute à la catégorie des gabbros ouralitisés, la finesse du grain et l'identité avec certains types du Katéchersky trouvés en place, laissent supposer qu'elle est filonnienne.

N° 129. Ligne de partage.

Cet échantillon rappelle à l'œil nu absolument l'aspect des euphotides, les plages de feldspath qui y réunissent l'élément noir sont légèrement verdâtres. Elle est formée exclusivement par du pyroxène, de la magnétite, des plagioclases et quelques cristaux de sphène. Le pyroxène est quantitativement égal à l'élément feldspathique, il est incolore et présente les caractères optiques du diallage. En lumière polarisée, il paraît criblé de taches à contours capricieux, occupées par une matière peu biréfringente, verdâtre en lumière naturelle et faiblement polychroïque. Celle-ci n'est point de la hornblende comme on pourrait le croire, mais une variété de chlorite; ce genre de transformation a été également observé au Katéchersky. Dans la même roche, mais sur d'autres points, les taches verdâtres que l'on observe dans le pyroxène sont formées par des fibres de hornblende d'un vert sale, légèrement polychroïques, disséminées elles-mêmes dans une masse chloriteuse verte. Il est donc probable qu'il y a eu d'abord ouralitisation, puis décomposition subséquente de l'amphibole en chlorite. Les feldspaths sont entièrement saussuritisés et remplacés par une masse à base de kaolin imprégnée de chlorite, d'épidote et de zoïzite. Il existe aussi du sphène toujours associé à de la magnétite sans doute titanifère.

N° 124. Ligne de partage.

Cet échantillon est un gabbro ouralitisé à grain moyen, à facies leucocrate. Sous le microscope la roche renferme du diallage encore abondant et déterminable qui emprisonne quelques inclusions lamellaires, comme aussi du fer oxydulé primaire. Il est marbré de taches de hornblende verte qui par places le substitue complètement. Tout le feldspath est détruit et remplacé par du kaolin imprégné de chlorite.

N° 130. Ligne de partage.

Cette roche est très semblable à la précédente, le pyroxène y est seulement plus rare et presque entièrement transformé en hornblende, on y trouve également quelques rares grains de magnétite primaire puis une masse feldspathique complètement transformée, remplacée par du kaolin avec un peu de quartz secondaire.

N° 125. Ligne de partage.

Cette roche est fort différente des précédentes, elle présente à l'œil nu un facies porphyrique et paraît formée par des grands cristaux feldspathiques, disséminés dans une pâte mélanocrate finement grenue. Au microscope, on voit que les feldspaths ne sont pas en réalité des cristaux isolés, mais de véritables plages, formées par l'association d'un plagioclase décomposé et d'un diallage encore déterminable. Ces plages sont disséminées dans une masse formée par l'association d'individus idiomorphes de feldspath, de pyroxène et de hornblende brunâtre, qui en résulte par ouralitisation, il existe aussi un peu de magnétite primaire.

L'examen que nous venons de faire de l'une des roches de la ligne de partage, laisse reconnaître, malgré l'insuffisance du matériel d'étude, une filiation étroite entre ces différentes roches qui sont évidemment toutes issues d'un même magma dont elles représentent des formes variées de consolidation. Il est intéressant de constater qu'elles sont absolument semblables à celles que nous allons retrouver au Katéchersky.

§ 2. *Les roches du Kitlimsky-Ouval.*

Le Kitlimsky-Ouval est partout couvert par la végétation et nulle part on n'y voit la roche en place. Sous des arbres déracinés cependant on rencontre des roches foncées manifestement schisteuses, que l'on prendrait au premier coup d'œil pour des amphibolites. Un puits foncé sur la crête du Kitlimsky-Kamen a rencontré en place des roches absolument identiques, de sorte qu'il n'est pas téméraire de supposer que toute l'arête en est formée.

L'examen microscopique de ces roches montre qu'elles appartiennent sans conteste à la catégorie des gabbros ouralitisés, ou des diorites laminés et écrasés par dynamo-métamorphisme et transformés en schistes amphiboliques. Nulle part on ne trouve de pyroxène reconnaissable de sorte qu'il est impossible de décider si la roche primitive était un gabbro ou une diorite, mais l'aspect marbré que présentent certains cristaux d'amphibole joint aussi à la variation du polychroïsme, de la colo-

ration et de la biréfringence, laissent supposer qu'on se trouve en face de la première alternative.

La hornblende forme de beaucoup l'élément prédominant. Elle se présente en grands individus à contours effrangés, généralement froissés ou ployés, qui ressemblent à certaines glandules des gneiss œillés, soit en individus beaucoup plus petits, qui sont sans doute des débris des premiers, et qui les environnent. Cette hornblende est identique dans tous les cas, les petits cristaux ont la même composition que les grands individus, ils en proviennent évidemment par laminage; si ce dernier eût été plus complet, les grands cristaux mêmes auraient disparu. La hornblende est très colorée, elle possède des clivages $m = (110)$ très nets; souvent des mâcles $h^1 = (100)$ répétées ou non. Sur $g^1 = (010)$ elle s'éteint à 22°; la biréfringence maxima $n_g - n_p$ est normale $= 0{,}023$, la bissectrice aiguë est négative $= n_p$; l'angle des axes 2V est grand. La hornblende renferme en inclusions, mais rarement, un peu de magnétite. Le seul minéral mêlé à la hornblende est un feldspath qui se rencontre en petits grains à extinctions onduleuses, restes évidents de grandes plages broyées dont on rencontre en effet encore quelques rares vestiges. Les feldspaths y sont mâclés selon l'albite, tandis que sur les petits grains toute trace de lamelles hémitropes a complètement disparu. Il a été impossible de déterminer la nature du feldspath qui sans doute appartient à une variété basique.

La structure de ces roches est la suivante : des bandes onduleuses formées par des zones très riches en petits grains et en prismes bacillaires de hornblende, alternent avec d'autres très feldspathiques et pauvres en éléments noirs. Ces différentes zones sont lenticulaires et représentent les unes comme les autres d'anciennes grandes plages de feldspath ou d'amphibole, morcelées par écrasement et étirées dans le sens de la schistosité. Par places, on trouve encore un grand cristal de hornblende faisant glandule, orienté dans le sens de la schistosité et frangé d'esquilles qui en proviennent. Une pression plus énergique aurait fait disparaître ces glandules et passer la roche au type d'un schiste amphibolique parfait. Les roches du Kitlimsky-Ouwal doivent être donc considérées comme des diorites ou peut-être des gabbros ouralitisés, complètement écrasés par dynamo-métamorphisme. Le feldspath moins résistant que la hornblende, est entièrement détruit et morcelé, tandis que la hornblende, plus solide, reste en partie comme grands cristaux qui s'alignent dans le sens de la schistosité développée par la compression, et qui se frangent d'esquilles produites par leur écrasement.



Fig. 29. — Vue générale du Katéchersky et de la chaîne du Tilaï-Kanjakowsky depuis le flanc nord-est du Koswinsky. Au second plan, à gauche, se trouve le point culminant du Katéchersky; au troisième plan on voit les deux sommets jumeaux du Tilai, plus loin le sommet principal de cette chaîne, puis, tout à fait sur la droite, apparaît dans le lointain le Kanjakowsky.



Fig. 30. — Vue du premier sommet principal du Katéchersky (sommet I) et du sommet rocheux qui vient à l'est (II), prise d'un point situé sur la crête à l'est du II.

TROISIÈME PARTIE

LA MONTAGNE DU KATÉCHERSKY

CHAPITRE XV

TOPOGRAPHIE, GÉOLOGIE ET DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE DES ROCHES DU KATÉCHERSKY.

§ 1. *Topographie du Katéchersky.*

La montagne du Katéchersky est, comme nous l'avons vu, située entre le Koswinsky et l'extrémité sud du Tilaï. Elle forme une crête rocheuse continue, dont la direction est à peu près est-ouest et dont l'altitude reste sensiblement au-dessous de celle de ces deux montagnes; cette altitude décroît de l'ouest vers l'est. Une première vallée assez profonde, sépare les flancs nord-est du Koswinsky du flanc sud du Katéchersky; c'est dans cette vallée que coule la rivière Kitlim *A*. Une seconde vallée plus large, sépare le flanc nord du Katéchersky de l'extrémité sud de la chaîne du Tilaï. Elle est occupée par une rivière que nous appellerons Malinka-Katécherska. Deux barres plates, boisées et d'élévation relativement faible, relient le Koswinsky et le Tilaï au Katéchersky et forment la ligne de partage en cet endroit. Sur le flanc oriental de ces deux barres s'amorcent les sources de Kitlim et de Balchaïa-Katécherska; sur le flanc occidental, celles de Logwinska Katéchersky-Koswinsky et de Logwinska Katéchersky-Tilaï.

Le sommet principal de la crête du Katéchersky est donc rejeté vers l'ouest, c'est lui qui, vu de la rivière Tilaï, dessine cette petite coupole dont l'extrémité chauve et aride s'élève à peine de 100 mètres au-dessus de la limite de la végétation. A l'ouest, immédiatement sous le sommet principal, l'altitude de la crête du Katéchersky diminue assez brusquement et la montagne se prolonge en un long éperon boisé, dont la hauteur déjà faible à l'origine, va en diminuant graduellement jusqu'à quelques verstes du cours de la rivière Tilaï où l'on perd alors toute trace de cet accident topographique. Ce prolongement du Katéchersky sépare les cours des rivières Logwinska Katéchersky-Tilaï et Logwinska Koswinsky-Katéchersky; vu à une certaine distance, il forme un faible mouvement de terrain marqué cependant dans la grande dépression comprise entre les massifs du Koswinsky et du Tilaï, et le cours de la rivière de ce nom. Le sommet principal du Katéchersky d'après plusieurs déterminations corrigées, cote 865 mètres, il présente l'aspect d'un petit dôme assez plat, d'une très grande régularité. A partir de la limite de la végétation, les pentes sont couvertes de blocs anguleux dont l'origine est identique à ceux qu'on trouve au Koswinsky, et comme sur cette dernière montagne, çà et là on voit encore quelques pitons rocheux en place, notamment près du point culminant. Le second sommet qui fait suite au premier vers l'est, en est séparé par un col relativement plat, couvert de végétation, qui cote 758 mètres; il est beaucoup moins important et plus bas que le sommet principal. Sa hauteur est de 782 mètres, il est également rocheux et représente bien plus un piton rocheux sur l'arête, qu'un sommet proprement dit. Le troisième sommet, par contre, est plus important, le col qui le sépare du précédent est également plus large que celui qui existe entre les deux premiers; sa forme est arrondie, mais son altitude est notablement inférieure à celle du sommet principal, il cote en effet 748 mètres; il s'élève donc de quelques mètres seulement au-dessus de la limite de la végétation; le point culminant en est formé par un piton rocheux en place. Ce troisième sommet se trouve encore faiblement rejeté latéralement par rapport à celui du Koswinsky. A partir de ce dernier sommet, la crête du Katéchersky se relève faiblement, puis s'abaisse de nouveau vers l'est pour donner naissance à un col relativement bas qui, comme situation topographique, se trouve à peu près vis-à-vis de l'extrémité nord de l'éperon. A partir du col, la crête se relève de nouveau faiblement pour s'abaisser ensuite, et vers l'est, le Katéchersky vient alors se terminer dans la grande dépression comprise entre la chaîne du Kalpak-Soukogorsky et celle du Koswinsky-Tilaï, par une longue crête boisée dont l'extrémité reste sensiblement à l'ouest des placers de Kitlim. Les flancs nord et sud de la longue crête du Katéchersky sont assez abrupts et couverts de forêts; nulle part, sauf dans le voisinage de la crête, le roc n'est à nu; on trouve

cependant ci et là dans la forêt des pierriers arides, formés par des blocs entassés et anguleux.

§ 2. *Géologie du Katéchersky.*

Le Katéchersky tout entier est formé par des roches éruptives qui, bien qu'appartenant à une seule et même famille, celle des gabbros ouralitisés, présentent cependant sur le terrain des aspects assez différents; la nature de celui-ci est telle d'ailleurs qu'il est impossible d'établir une filiation entre ces différents types.

Lorsqu'on monte au sommet principal par le flanc sud, depuis le confluent de la rivière Kitlim *A* et *B*, on n'observe pas d'affleurements visibles dans la forêt, par contre, on trouve par places et surtout dans le voisinage du col qui sépare les deux premiers sommets, des amas de blocs anguleux qui de loin semblent former des taches dans la forêt. En examinant soigneusement les blocs qui les constituent, on remarque tout d'abord des roches mélanocrates à grain fin, paraissant surchargées d'éléments noirs, à l'œil nu on les prendrait pour des gabbros ou des diorites finement grenues; parfois même le grain en est si fin que la roche paraît presque aphanitique. Dans les mêmes pierriers on trouve également des roches très largement cristallisées, plus feldspathiques, à grain moyen, qui paraissent être des gabbros ou des euphotides, le diallage étant encore nettement reconnaissable; il n'est pas possible de trouver ici les rapports qui lient ces différentes roches. Arrivés au col, dès que l'on quitte la limite de la végétation pour gravir les premières pentes du sommet terminal, on trouve parmi les blocs épars sur le sol quelques pointements de roches en place, formés les uns par un type à grain moyen, plutôt fin, généralement mélanocrate, qui est un gabbro ouralitisé avec diallage encore manifeste; les autres, par des roches semblables mais à grain beaucoup plus fin, d'autres encore par des roches taxitiques, formées par des traînées grossièrement cristallisées, alternant avec d'autres où la roche est beaucoup plus finement grenue. Tous les blocs qui jonchent le sol ont la même composition et l'on y trouve exclusivement les mêmes variétés. Au premier sommet, sur les quelques pitons rocheux en place que l'on y rencontre, on voit de nouveau soit des roches noires très finement grenues, soit des roches noires à grain beaucoup plus grossier, soit encore des roches taxitiques formées par des zones ou traînées grossièrement grenues qui sont disséminées dans d'autres d'un grain beaucoup plus fin, ce qui se rencontre souvent sur des points beaucoup plus rapprochés. Si l'on parcourt toute la surface du premier sommet, en descendant jusque dans la forêt et ceci sur les différents versants, on ne trouve exclusivement que les mêmes

roches; il paraît donc certain que celui-ci est entièrement formé par les gabbros ouralitisés.

Au col qui sépare le premier sommet du second qui lui fait suite vers l'est, on retrouve de nouveau des roches plus ou moins finement grenues qui sont mouchetées par des plages à grain plus grossier formées cependant par les mêmes éléments minéralogiques; au piton rocheux qui forme le sommet n° 2, le type est très finement grenu, presque aphanitique, mais on retrouve dans un pierrier situé immédiatement sur le flanc sud, un mélange des différents types rencontrés ailleurs. Si maintenant, suivant la crête, on gagne le troisième sommet en traversant le col qui le sépare du précédent, on ne voit pas d'affleurements, ce col étant couvert de végétation; mais si l'on monte au troisième sommet par le flanc sud depuis la rivière Kitlim, on trouve sur les premières pentes au-dessus de la rivière comme aussi dans la forêt, des roches mélanocrates verdâtres, de couleur très foncée, que l'on prendrait au premier abord pour des serpentines, mais qui en réalité ne sont que des variétés presque aphanitiques de gabbros ouralitisés. Plus haut, dans un premier pierrier situé dans la forêt, on rencontre gisant pêle-mêle, des variétés toujours mélanocrates largement cristallisées, puis d'autres finement grenues ou même taxitiques. Sous le troisième sommet, dans un second pierrier, on observe de nouveau les mêmes roches jointes à d'autres foncées qui paraissent complètement privées de feldspath. Au sommet même, on trouve de fort belles roches grossièrement grenues, généralement mélanocrates, qui ressemblent à des diorites typiques. Lorsqu'on descend du sommet sur le versant nord jusque sur la rivière Malinka Katécherska, on ne voit que des roches identiques, soit en place, soit dans les grands pierriers qui du sommet s'avancent dans la forêt, les variétés taxitiques ou finement grenues font ici défaut; par contre, on trouve alors des filons bien caractérisés traversant la roche en question. Ces filons sont de couleur verdâtre et d'un grain très fin.

Si du troisième sommet on descend sur le col sensiblement plus bas qui lui fait suite vers l'est, on trouve encore des roches analogues à celles qui forment le sommet N° 3, puis dans les pierriers et parmi les blocs de gabbros à grain grossier, on observe également quelques fragments d'une roche mélanocrate caractérisée par le développement exceptionnel des cristaux d'amphibole, comme aussi par la rareté du feldspath qui est alors de couleur rosée. Ces roches sont parfaitement identiques à certaines variétés que nous avons déjà signalées à propos de la ligne de partage. Au delà du col, sur la longue crête boisée qui termine le Katéchersky vers l'est, on ne rencontre plus d'affleurements rocheux, mais il est évident que les gabbros ouralitisés se continuent dans toute cette arête.

§ 3. *Les gabbros ouralitisés, minéraux constitutifs et secondaires.*

Les minéraux constitutifs des roches du Katéchersky sont assez restreints; ils comportent du sphène, de l'apatite, du zircon et de la magnétite comme minéraux accessoires; du pyroxène, de la hornblende et des plagioclases comme minéraux principaux; puis de l'épidote, de la chlorite, de la séricite et de la calcite comme éléments secondaires.

SPHÈNE, APATITE, ZIRCON

Le sphène, sans être constant, se rencontre cependant dans un certain nombre de ces roches. Il se trouve en petits grains grisâtres, presque incolores, inclus soit dans la hornblende, soit dans le diallage, soit même dans l'élément blanc. Le sphène n'a pas de forme géométrique déterminée, au point de vue optique, son signe est positif, l'angle des axes 2V atteint 35°, la dispersion se fait dans le sens de $\rho > v$.

L'apatite est assez rare et se rencontre en petits prismes hexagonaux parfois terminés, ayant les caractères optiques ordinaires. Le zircon est très rare, on en a trouvé quelques grains seulement sur les nombreux échantillons examinés. Sa présence paraît liée à celle du mica noir. La magnétite est également fort rare dans ces roches, à ce point de vue les gabbros du Katéchersky se distinguent absolument des pyroxénites et des gabbros à olivine précédemment décrits. La magnétite se rencontre dans l'élément noir, et ne forme jamais des plages sidéronitiques.

PYROXÈNE

Ce minéral a dû initialement se rencontrer dans toutes les roches du Katéchersky, il fait défaut cependant dans un grand nombre d'entre elles par suite de l'ouralitisation qui le transforme en amphibole. Le pyroxène forme d'habitude des cristaux de dimensions variables, sur lesquels on ne peut reconnaître une forme géométrique. Il est incolore et nous l'avons toujours trouvé dépourvu d'inclusions lamellaires. Il présente les clivages m = (110) marqués, par contre les plans de séparation selon h^1 = (100) font toujours défaut. Sur g^1 = (010), n_g s'éteint sous des angles qui varient entre 42° et 43° (oculaire Bertrand). Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 = (010), la bissectrice aiguë est positive = n_g, l'angle des axes optiques 2V oscille entre 53° et 56°. La biréfringence maxima $n_g - n_p = 0,028$, $n_m - n_p = 0,008$. La variété est probablement intermédiaire entre le diallage et le diopside.

HORNBLENDE

Bien qu'affectant des aspects assez différents, la hornblende des roches du Katéchersky appartient évidemment à un seul et même type, comme l'attestent les nombreuses déterminations optiques que nous avons faites de ce minéral dans les différentes roches trouvées au Katéchersky. Elle se présente en cristaux de dimension variable, généralement notablement inférieure à celle des cristaux de diallage. En dehors des profils m = (110) et g^1 = (010), la hornblende ne présente pas d'autres faces reconnaissables. La forme des cristaux est en général raccourcie, l'allongement prismatique est faible, sauf dans quelques rares variétés. Les clivages m = (110) sont toujours fort nets et les mâcles selon h^1 = (100) généralement très rares.

Au point de vue optique, cette amphibole, quelque soit le type réalisé par la roche qui la renferme, présente des caractères extrêmement constants. Sur g^1 = (010) l'extinction de n_g se fait sous des angles qui varient entre 20° et 22° sans tomber jamais au-dessous de cette valeur; les variétés du type de la glaucophane notamment, font ici complètement défaut. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 = (010), la bissectrice aiguë est négative = n_p, la valeur des indices principaux est la suivante:

Tableau des indices de la hornblende.

Numéro de la coupe.	Orientation de la section.	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
1050 bis	Sn_m	1,6790	1,6707 1,6711	1,6555	0,0235	0,0081	0,0154
1049	[1]Sn_p	1,6887	1,6805	1,6660 1,6647	0,0234	0,0082	0,0152

La biréfringence maxima mesurée directement, a été trouvée de 0,023 à 0,022 (comparateur). L'angle des axes optiques a été déterminé directement ou calculé par la valeur des indices. On a obtenu les chiffres suivants :

Tableau de l'angle des axes optiques.

Numéro de la coupe.	Méthode employée.	Valeur de 2V mesurée.	Valeur de 2V calculée.
1050 bis	Réticule	70°	72°
1049	—	—	72°

Le polychroïsme se fait toujours dans les teintes vertes, et généralement comme suit :

[1] Les limites de réflexion totale offertes par cette section, ayant été un peu diffuses, les valeurs indiquées ne sont qu'approximatives.

n_g = vert d'herbe, vert jaunâtre, vert légèrement brunâtre.

n_m = vert jaunâtre ou brunâtre plus pâle.

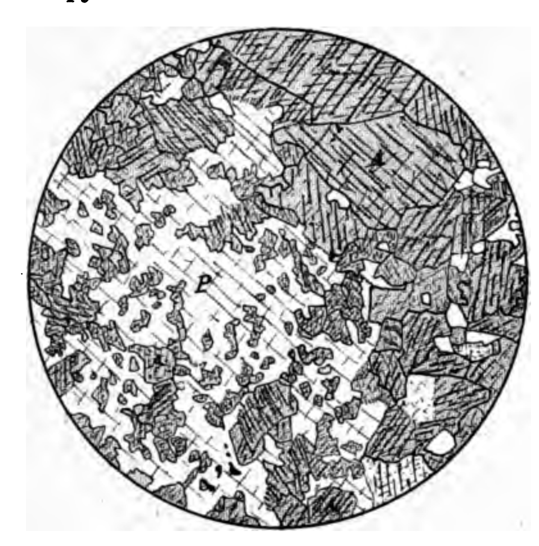
n_p = vert jaunâtre très pâle, presque incolore.

Dans un grand nombre des roches du Katéchersky, aussi bien chez les types finement grenus que chez ceux qui sont largement cristallisés, l'amphibole est le seul élément ferro-magnésien, mais d'autres fois cependant, il reste encore quelques noyaux de pyroxène qui permettent d'établir la genèse de la hornblende; dans les cas les plus avantageux à ce point de vue, il existe à peu près une égale proportion de ces deux minéraux. L'ouralitisation du pyroxène en amphibole se fait selon des procédés variés. Fréquemment un cristal de pyroxène commence à se transformer par la périphérie et s'enveloppe ainsi d'une auréole de hornblende, alors que son centre reste complètement indemne. Il est alors aisé de constater que tandis que le cristal de pyroxène a une orientation optique unique, la bordure de hornblende qui en provient est formée par une série d'individus différemment orientés. Ce fait se répétant pour plusieurs cristaux de pyroxène qui sont voisins ou qui se touchent directement, le résultat final de cette transformation est de créer un certain nombre de noyaux de pyroxène relativement gros et très frais, isolés dans une masse grenue d'amphibole qui en provient, les deux minéraux restant toujours parfaitement distincts. De la sorte, si l'on ne voyait pas directement le mode de transformation indiqué, on pourrait penser que ces minéraux sont tous deux primaires dans la roche.

D'autres fois l'ouralitisation se produit à l'intérieur. Il naît alors isolément des taches de hornblende aux contours les plus variés et les plus bizarres, qui marbrent le cristal de pyroxène. Tantôt ces taches sont toutes orientées optiquement de la même façon et s'éteignent d'un seul coup par rotation de la platine du microscope, tantôt elles sont orientées d'une façon différente et s'éteignent autrement entre les nicols croisés. Ces cristaux de pyroxène tatoués d'amphibole sont très caractéristiques, ils sont reproduits fidèlement dans la coupe N° 1051 (page 204).

Quand le phénomène va plus loin, le cristal de pyroxène peut alors être complètement morcelé et réduit à quelques petits grains, isolés au milieu d'une masse grenue de cristaux d'amphibole; puis quand la transformation est encore plus complète, tout le pyroxène disparaît. Dans ce dernier cas, ce qui avait été primitivement un seul cristal de diallage, devient alors une plage d'amphibole formée par un certain nombre d'individus grenus directement en contact, mais dont la dimension est pour chacun notoirement inférieure à celle du grand cristal de pyroxène. Cette transformation explique alors l'origine d'un fait que l'on observe bien souvent, à savoir que dans une roche où tous les éléments sont de grande taille, aussi bien le pyroxène que les plagioclases, la hornblende par contre, forme des associations grenues à indivi-

dus considérablement plus petits. Lorsque les taches de hornblende qui naissent dans le diallage ont la même orientation optique (ce qui est d'ailleurs exceptionnel), un seul et même cristal de diallage s'ouralitise alors pour donner naissance à un cristal unique de hornblende, il n'y a plus formation de plages à individus multiples, et la roche, par la dimension de ses éléments constitutifs, est alors identique aux gabbros ou aux pyroxénites ordinaires. On observe souvent aussi dans les cristaux de hornblende, une série de petites bulles ou vacuoles, qui sont généralement remplies par du quartz secondaire.



Plages de pyroxène en voie d'ouralitisation. Coupe n° 1051. Chambre claire. Lumière naturelle. Grossissement = 37 diam. P = pyroxène. A = amphibole. La coupe montre des grandes plages de pyroxène complètement ouralitisées, tandis que sur d'autres le pyroxène est encore visible et marbré de taches d'amphibole.

MICA NOIR

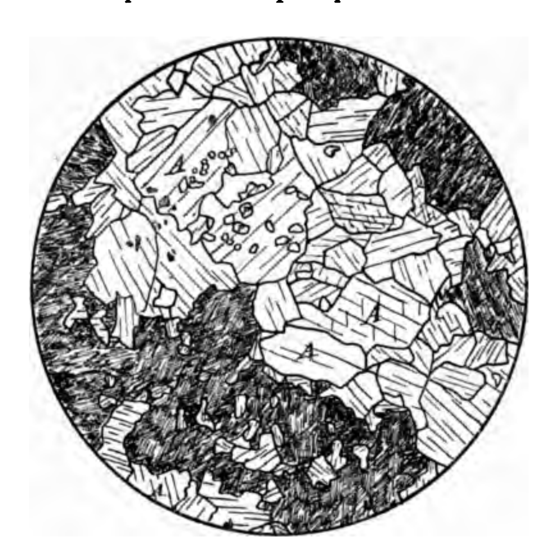
Ce minéral, quand il existe, est toujours le premier élément consolidé après les minéraux accessoires; il précède donc le pyroxène. Il est généralement assez rare dans les roches du Katéchersky, bien souvent d'ailleurs il y fait complètement défaut. Les lamelles de ce minéral sont toujours fortement corrodées, elles renferment quelques grains de zircon auréolé, puis des jolis prismes d'apatite parfois terminés. La biotite s'éteint parallèlement au clivage p = (001), elle est uniaxe négative, toujours très polychroïque quand elle est fraîche. On observe en effet l'absorption suivante : n_g = rouge brun foncé, n_p = jaunâtre pâle. La biotite subit divers modes d'altération; dans certain cas c'est une chloritisation selon p = (001); la chlorite qui en résulte est vert pâle, toujours faiblement polychroïque; d'autres fois la biréfringence s'abaisse et le minéral voit sa transparence diminuer progressivement sans qu'il soit cependant possible de constater la production d'un minéral nouveau.

FELDSPATH

Dans la règle les feldspaths sont complètement décomposés et indéterminables. Sur quelques sections cependant, il a été possible de préciser leurs caractères. Ils sont généralement mâclés selon l'albite, beaucoup plus rarement selon Karlsbad ou la péricline. On trouve généralement plusieurs variétés de Labrador ou de Labrador-

perdu toute individualité et ont donné naissance à une masse kaolinique jouant en quelque sorte le rôle d'un ciment.

Souvent le pyroxène a complètement disparu, d'autrefois il en reste encore des traces; quant au mica noir, il existe dans un certain nombre des roches qui présentent ce type, mais il est réduit et se trouve en petites lamelles disséminées parmi les plages de pyroxène, il a été sans doute mis en liberté par l'ouralitisation de ce dernier. Lorsque les variétés du type grossièrement grenu sont très mélanocrates, la roche paraît alors presque entièrement formée par des cristaux courts et trapus de hornblende qui constituent en quelque sorte un canevas irrégulier dans les mailles duquel on trouve çà et là un peu de feldspath, ou plus généralement du kaolin qui le remplace. Parmi la hornblende on voit encore souvent des débris de pyroxène, puis aussi quelques lamelles de mica.



Gabbros ouralitisés. Coupe n° 1048. Lumière naturelle. Chambre claire. Grossissement = 13 diam. A = amphibole. f = feldspath formant la masse kaolinisée. La coupe montre une plage d'amphibole à individus indifféremment orientés, disséminés dans une masse kaolinique.

Certaines variétés, largement cristallisées également, présentent une structure spéciale, un peu différente de celle qui vient d'être décrite; elles sont toujours riches en mica noir. Ce minéral s'y présente en larges lamelles, complètement corrodées sur leur pourtour, qui ont parfois un aspect squelettiuqe. La hornblende ne forme plus des associations grenues, mais par contre des grandes plages formées chacune par un seul individu; ces plages de hornblende sont aussi très fortement corrodées, leurs contours montrent de profondes échancrures dans lesquelles l'élément feldspathique a pénétré; la hornblende est d'ailleurs postérieure au mica qu'elle moule. Ce type ne renferme pas trace de pyroxène, à tel point que l'on pourrait croire que la hornblende y est primaire; en réalité il n'en est rien et l'on observe que certains cristaux de cet élément ont le centre à peine coloré et toujours plus biréfringent que la bordure qui, elle, est fortement polychroïque. Ce phénomène n'est point rare chez les amphiboles qui proviennent d'ouralitisation; il est l'indice d'une transformation incomplète du pyroxène. Les plages de hornblende sont localement criblées de petites vacuoles remplies de quartz, ces deux minéraux forment même des associations pœcili-

tiques semblables à celles que l'on observe dans certaines éclogites. Le feldspath dans ce type a également complètement disparu, la masse kaolinique qui le remplace pénètre dans les anfractuosités du mica et de la hornblende. Dans cette masse, on trouve en abondance des plages cunéiformes d'un quartz incontestablement primaire, qui devait sans doute combler les vides existants entre les cristaux du plagioclase disparu, ou peut-être former avec lui des associations pegmatoïdes comme le laisserait supposer le fait que plusieurs de ces plages voisines s'éteignent simultanément. Il est à remarquer que l'apatite est toujours très abondante dans ce type, le zircon s'y trouve aussi en inclusion dans la biotite. Lorsqu'on passe des variétés grossièrement grenues à celles à grain fin ou même qui sont presqu'aphanitiques, la structure reste identique à celle indiquée en premier lieu, mais la dimension des éléments constitutifs a pour résultat leur moindre localisation. Toute la roche paraît formée par de la hornblende en cristaux informes, groupés en petites plages composées de deux ou trois individus, jointe à des feldspaths presque toujours kaolinisés et remplacés par des produits opaques. La coupe N° 1018 représente la disposition indiquée ci-dessus. Le type représenté est très mélanocrate, le pyroxène en partie ouralitisé, et les feldspaths sont encore relativement frais. La disposition générale indiquée reste la même, que la roche soit mélanocrate ou leucocrate, dans le premier cas la hornblende forme le réseau dans les mailles duquel le feldspath a cris-



Gabbro ouralitisé à mica. Coupe n° 1015. Lumière naturelle. Chambre claire. Grossissement = 13 diam. A = amphibole. M = mica noir. f = feldspath kaolinisé. Q = quartz. Le dessin montre les plages corrodées de mica et d'amphibole dispersées dans l'élément feldspathique kaolinisé.



Gabbro ouralitisé à grain fin (facies mélanocrate). Coupe n° 1018. Lumière naturelle. Les feldspaths en lumière polarisée. Grossissement = 13 diam. A = amphibole. P = pyroxène. f = feldspath.

tallisé, dans le second les petites plages d'amphibole gisent dans une masse kaolinique primitivement feldspathique qui prédomine.

Certaines roches du Katéchersky présentent enfin une dernière structure qui est assez curieuse. A l'œil nu, elles semblent être porphyriques et formées par des grands cristaux de feldspath disséminés dans une pâte mélanocrate grenue. Lorsqu'on les examine sous le microscope, on voit que cette pâte est formée par un mélange de grains isométriques de pyroxène et d'amphibole. Ces derniers proviennent certainement du morcellement de cristaux de pyroxène qui étaient primitivement de grande taille, par suite d'une ouralitisation affectant la forme tachetée, dont nous avons parlé précédemment. Quant aux grands cristaux de feldspath, ils sont entièrement kaolinisés et indéterminables. Cette structure pseudo-porphyrique résulte donc simplement d'un mode d'ouralitisation particulier.

PHÉNOMÈNES DYNAMIQUES

Ils sont très peu marqués sur les roches du Katéchersky, ce qui est d'autant plus curieux que nous avons vu qu'ils étaient très intenses au Pharkowsky-Ouwal, comme aussi à l'éperon du Koswinsky. Il est vrai cependant que les feldspath étant généralement entièrement kaolinisés, et le pyroxène transformé en amphibole grenue, il pourrait être difficile d'en constater la présence sur les roches du Katéchersky, en tous cas on n'observe jamais sur celles-ci des traces de laminage ou de déformation.

§ 5. *Monographie des types étudiés.*

TYPE GROSSIÈREMENT GRENU SANS MICA

N° 139. Extrémité nord du flanc méridional du Katéchersky.

Roche mélanocrate à grain plutôt moyen. Au microscope, la hornblende est formée par la réunion d'individus grenus diversement orientés, réunis en plages. Il existe également quelques grandes plages d'amphibole à extinction unique. L'angle d'extinction de la hornblende est de 20°, son polychroïsme se fait dans les tons vert ou vert jaunâtre. L'échantillon ne renferme plus trace de pyroxène. Le feldspath a également complètement disparu, il est remplacé par une masse kaolinique qui renferme çà et là quelques paillettes séricitiques. Il existe aussi quelques plages de quartz d'origine probablement secondaire.

N° 1018. Entre le premier et le second sommet du Katéchersky.

Cette variété renferme en abondance du diallage non transformé dont on trouve encore soit des noyaux intacts, soit des cristaux persillés de taches de hornblende. Le sphène est assez fréquent dans ce type, il se rencontre en petits grains grisâtres inclus dans le diallage et la hornblende. Hornblende très abondante, en cristaux courts, généralement associés en plages. Feldspaths plutôt rares, très décomposés, déterminables cependant sur quelques sections.

1. Section Sn_g mâclée selon Ab.

{ Extinction de 1 $Sn_g = 18°$; » 1′ $= 2°$ à $3°$ } — Labrador $Ab_1 An_1$.

2. Section Sn_g mâclée selon Ab.

{ Extinction de 1 $Sn_g = 13°$; » 1′ $= 18°$ } — Andesine à 44 °/₀ An.

3. Section SB.

{ Extinction de 1 $=$ SB $= 63°$; » 1′ $= 25°$ $= 25°$ } — Labrador $Ab_1 An_1$.

4. Section mâclée selon Ab, zone de symétrie.

Le maximum observé ne dépasse pas 27°, et se tient autour de ce chiffre pour un grand nombre de sections. Probablement labrador $Ab_1 An_1$.

Le quartz manque complètement, la structure est grenue et conforme à celle décrite précédemment.

N°s 1047 et 1048. Pitons en place formant le troisième sommet du Katéchersky vers l'est.

Cette très belle roche est largement cristallisée, et de facies mélanocrate; elle ne renferme plus que des traces de pyroxène marbré de taches de hornblende. Ce dernier élément, très répandu, y forme des associations grenues ordinaires; il renferme un peu de magnétite, et quelques rares apatites terminées. La hornblende est d'un beau vert d'herbe, très polychroïque, son extinction est de 20°, il n'y a pas de feldspath frais, mais par contre une masse kaolinique disposée entre les cristaux de hornblende.

N° 1049. Flanc nord, au-dessous du troisième sommet.

Cette roche, largement cristallisée, semble à l'œil nu seulement formée par l'élément noir. Les cristaux de hornblende sont courts et trapus, orientés dans tous les sens; il existe bien cependant çà et là quelques débris de pyroxène isolés entre les

grains de hornblende. Ce spécimen, par la rareté du feldspath et l'ouralitisation presque complète du pyroxène, montre comment les gabbros peuvent passer par ouralitisation aux hornblendites. La hornblende renferme quelques inclusions d'apatite, elle est d'un polychroïsme intense avec : n_g = vert foncé, n_p = jaune verdâtre très pâle. Les rares cryptes existant entre les cristaux de hornblende, sont remplies par du feldspath complètement kaolinisé.

N° 1051. Dans un pierrier, flanc sud du Katéchersky, sous le troisième sommet.

Cette roche ressemble beaucoup à la précédente, elle est cependant un peu plus feldspathique tout en restant fortement mélanocrate. Au microscope, la hornblende forme des plages à individus multiples provenant de l'ouralitisation des grands cristaux de pyroxène. Il reste quelques rares débris de ce dernier minéral tachetés d'amphibole. L'apatite se trouve en inclusions dans la hornblende, quant au feldspath, plutôt rare, il est complètement kaolinisé et indéterminable.

N° 1052. Sous le sommet N° 3, flanc sud.

Cette roche très mélanocrate, est surtout caractérisée par la dimension et le développement des cristaux de hornblende qui y présentent des formes beaucoup plus allongées que de coutume. Sous le microscope, il n'existe pas trace de pyroxène, la hornblende se présente en grands cristaux allongés selon la zone prismatique qui renferment quelques rares inclusions d'apatite. On observe quelques rares mâcles selon $h^1 = (100)$. L'extinction sur $g^1 = (010)$ est de 20°, les caractères optiques sont d'ailleurs identiques à ceux de la hornblende ordinaire, le polychroïsme est très intense et se fait comme suit : n_g = vert très foncé, n_p = vert jaunâtre. Entre les cristaux de hornblende, on trouve quelques grains d'un feldspath complètement kaolinisé qui a dû sans doute appartenir à une variété très basique. Il est remplacé par une masse à polarisation d'agrégat, qui est saturée de zoïsite, d'épidote et de calcite.

TYPE GROSSIÈREMENT GRENU AVEC MICA

N° 1015. Sous le premier sommet du Katéchersky, roche en place un peu au-dessus du col.

Cette roche plutôt mélanocrate, présente la structure spéciale mentionnée précédemment. La hornblende abondante forme des grandes plages composées d'un seul individu, puis toujours corrodées et renferment des inclusions d'apatite, beaucoup plus rarement de magnétite. La hornblende s'éteint à 22°, son polychroïsme se fait

dans les tons ordinaires. La biotite est plus rare, elle se présente en larges lamelles corrodées également, qui sont toujours plus ou moins profondément altérées. Le feldspath a disparu, il est remplacé par une masse kaolinisée distribuée entre les minéraux précédents. Dans celle-ci on trouve de nombreuses plages de quartz sans doute primaire, d'aspect cunéiforme.

N° 1020. Sous le troisième sommet, flanc sud, dans un pierrier.

Cette roche, très mélanocrate, est largement cristallisée; elle est alors d'un type différent, analogue aux roches correspondantes sans mica. Elle renferme du pyroxène rare persillé de hornblende en taches irrégulières, puis de la biotite en lamelles très nombreuses généralement chloritisée, toujours de première consolidation. La hornblende, très abondante, forme des plages grenues à individus raccourcis, son extinction est de 20°, son polychroïsme se fait dans les tons vert bleuâtre pour n_g, et jaune très pâle pour n_p. Le feldspath est complètement décomposé et remplacé par une masse kaolinique ordinaire. On ne rencontre ni sphène, ni quartz, ni magnétite.

N° 1050. Troisième sommet du Katéchersky, sur le flanc nord.

Cette roche foncée est grossièrement grenue et traversée par des filons de couleur vert pâle d'une roche très finement grenue, presque aphanitique. Elle renferme en parties égales l'élément noir et l'élément blanc. La structure est identique à celle du N° précédent; la biotite est rare et presque entièrement chloritisée, la hornblende forme des plages à individus multiples, qui renferment un peu d'apatite, de la magnétite, et quelques rares grains de zircon; son polychroïsme est plus faible que d'habitude, son extinction est de 20°. Les feldspaths sont altérés et transformés en kaolin.

N° 1017. Deuxième sommet du Katéchersky vers l'est.

Cette roche à grain un peu plus fin que les précédentes, est toujours mélanocrate et légèrement pyriteuse. La hornblende est ici très abondante, le pyroxène a entièrement disparu. Les plages à individus multiples résultant de son ouralitisation se touchent directement, ou laissent ci et là quelques vides remplis par du feldspath entièrement kaolinisé. Les cristaux de hornblende sont criblés de pores et de corrosions internes remplies de quartz secondaire. Le mica noir est très rare, on en trouve une ou deux lamelles seulement, il est toujours complètement chloritisé.

N° 1044. Flanc sud du Katéchersky, sous le troisième sommet.

La roche, d'un grain moyen, ne renferme plus de pyroxène ; le mica brun y est

relativement abondant et s'y trouve en petites lamelles dont le polychroïsme est plutôt faible et se fait dans les teintes habituelles. La hornblende forme l'élément prépondérant ; elle est disposée en individus grenus, d'un polychroïsme intense, associés en plages. L'apatite et la magnétite sont assez fréquentes en inclusions ; le zircon est rare. Quant aux feldspaths, ils sont remplacés par la masse kaolinique habituelle.

TYPE A GRAIN FIN

Nous grouperons sous cette rubrique deux catégories de roches assez différentes ; les unes sont noirâtres, foncées, très finement grenues ou aphanitiques, les autres sont verdâtres, beaucoup plus claires et d'un grain également très fin. Vu la difficulté de rencontrer au Katéchersky des roches en place formant des affleurements suffisamment continus pour examiner les rapports qui lient les différentes variétés, il n'est pas possible de se prononcer à cet égard ; cependant, le fait que nous avons trouvé le type finement grenu de couleur claire en filons bien caractérisés dans la roche mélanocrate à grain grossier largement cristallisé qui forme le troisième sommet, laisserait supposer peut-être que le type finement grenu est filonnien dans le premier. Faute de preuves absolues nous décrirons ces roches sans autres commentaires.

N° 138. Sous le flanc nord du premier sommet du Katéchersky.

Cette roche est verdâtre, très finement grenue, absolument semblable aux filons trouvés en place au troisième sommet. Sous le microscope, elle est formée par de la hornblende verte faiblement polychroïque, s'éteignant à 21°, disséminée dans une masse kaolinique prépondérante, provenant de la décomposition de feldspaths dont on ne trouve plus de traces. Quelques lamelles chloritisées de mica brun accompagnent cette biotite, on trouve également du quartz en grains idiomorphes, dispersés dans la masse feldspathique ; ce quartz était sans doute primaire ; nulle part on ne rencontre trace de pyroxène et vu la nature spéciale de cette roche il est impossible de se prononcer sur l'origine de l'amphibole. Celle-ci est fréquemment chloritisée périphériquement.

N° 137. Même localité que le N° précédent, trouvé dans le même pierrier.

Cette roche noirâtre et finement grenue, ressemble à l'œil nu à une diorite ou mieux encore à une micro-diorite. Au microscope, la hornblende en est l'élément constitutif principal et bien qu'il n'existe plus de pyroxène visible, il est plus que probable que cette hornblende en provient. Elle s'éteint à 21° de son allongement,

son polychroïsme est intense et se fait dans les tons verdâtres. On trouve quelques lamelles de biotite altérée mêlée à la hornblende ; quant au feldspath, il est complètement décomposé. La structure est identique à celle observée et décrite à propos des individus à grain grossier, mais les plages à individus multiples sont formées ici seulement par deux ou trois cristaux.

N° 1014. Flanc nord du Katéchersky, au-dessous du col entre les deux premiers sommets.

Roche noire, finement grenue, paraissant à l'œil nu privée de feldspath. Sous le microscope cet échantillon reproduit trait pour trait la structure indiquée pour les roches mélanocrates à grain grossier. La hornblende forme des petites plages à deux ou trois individus, très rapprochées les unes des autres, formant le canevas dans les mailles duquel se trouvait primitivement le feldspath; ci et là on trouve encore quelques débris de pyroxène, il n'y a généralement ni apatite, ni magnétite en inclusion. Il n'existe plus de feldspath indéterminable, ce minéral est remplacé par une masse kaolinique opaque avec paillettes séricitiques.

N° 1016. Piton rocheux en place, sur l'extrémité la plus occidentale du sommet principal.

Cette roche noire, très finement grenue, est identique au type précédent. Sous le microscope, elle est formée par des petits grains de hornblende verte disséminée dans une masse kaolinique remplaçant le feldspath. Nulle part on ne trouve les traces du pyroxène, par contre, dans la masse kaolinique, on observe quelques grains de quartz arrondis, sans doute primaire, puis des lamelles de biotite complètement chloritisés.

N° 1018. Entre le premier et le second sommet, au col, sur un bloc anguleux.

Cette roche est absolument identique comme aspect à celles qui viennent d'être décrites, elle est toujours noirâtre, finement grenue, ne renferme plus de pyroxène; la description du numéro précédent s'applique sans restriction à celui-ci.

N° 1046. Dans un pierrier, sous le troisième sommet.

Roche mélanocrate, à grain un peu plus gros que celui des N^{os} précédents. Elle est formée exclusivement par de la hornblende et des feldspaths, qui, exceptionnellement, sont encore déterminables. La hornblende s'éteint à 20°; ses propriétés optiques sont normales, son polychroïsme se fait dans les tons vert bleuâtre pour n_g, et vert jaunâtre très pâle pour n_p. Le feldspath se trouve en grains en partie complètement kaolinisés, dispersés parmi les cristaux grenus de hornblende;

quelques déterminations effectuées sur des sections propices ont donné les résultats suivants :

1° Section Sn_p mâclée selon Ab et P.

Extinction de 1 Sn_p pour P = −64. || 1 pour Ab = +22 } = andésine entre
» 1′ = +65. || 1′ » = −24 } $Ab_5 An_3$ et $Ab_1 An_1$.

2° Section Sn_p bissectrice aiguë.

Extinction de 1 Sn_p = 17° } = andésine $Ab_5 An_3$.
» 1′ = 20° }

3° Section Sn_p.

Extinction de 1 Sn_p = 28 } = labrador $Ab_1 An_1$.
» 1′ = 30 }

Partout où les feldspaths sont altérés, ils sont remplacés par un amas de kaolin avec quelques paillettes micacées.

§ 6. *Composition chimique et formule magmatique.*

Nous avons analysé un certain nombre des roches du Katéchersky en choisissant les types principaux des structures indiquées ci-dessus; les résultats sont consignés dans les tableaux suivants:

Analyses.

	N° 1047.	N° 1048.	N° 1044.	N° 1046.	N° 1018.
SiO_2 =	48,42	47,64	48,21	48,65	47,99
Al_2O_3 =	15,96	16,76	18,37	17,17	17,76
Fe_2O_3 =	3,04	2,49	1.86	1,04	4.53
FeO =	8,73	7,96	9,87	10,81	8,08
CaO =	12,68	12,72	12,18	10,80	12,33
MgO =	6,88	6,41	5,24	7,17	5,15
K_2O =	0,24	0,43	3,63 (K_2O + Na_2O)	4,08 (K_2O + Na_2O)	0,43
Na_2O =	2,00	2,76			3,99
Perte au feu	1,61	2,63	1,78	1,65	1,83
	99,56	99,80	101,14	101,37	102,09

Les n°s 1047 et 1048 représentent le facies largement cristallisé.

Le N° 1044 est un type mélanocrate à grain moyen.

Le N° 1018 est un type finement grenu de même que le N° 1046.

Les analyses qui précèdent montrent donc que, quelque soit le type réalisé, les roches du Katéchersky présentent une composition chimique remarquablement uniforme et sont évidemment l'expression d'un seul et même magma différencié sous des formes différentes. Pour déterminer la formule magmatique nous prendrons donc la moyenne des résultats ci-dessus :

		Moyenne calculée sur 100 parties.	Quotients.		
SiO_2	=	48,73	0,8121		
Al_2O_3	=	17,39	0,1704	0,1867 R_2O_3	
Fe_2O_3	=	2,62	0,0163		
FeO	=	9,19	0,1276		
CaO	=	12,28	0,2193	0,5029 RO	0,5621 R_2O+RO
MgO	=	6,24	0,1560		
K_2O / Na_2O	=	3,55	0,0572	0,0572 R_2O	
		100,00			

Coefficient d'acidité α = 1,48
Rapport R_2O : RO = 1 : 8,79
Formule magmatique : 4,35 SiO_2 : R_2O_3 : 3,01 RO

§ 7. *Roches filonniennes dans le Katéchersky, minéraux, structure.*

Ce que nous avons dit des roches du Katéchersky en général, dispense d'insister plus longuement sur les roches filonniennes que l'on y rencontre. Celles-ci, en effet, sont absolument identiques à certains types finement grenus trouvés dans les cailloux des pierriers et décrits précédemment. Là où ces roches ont été dûment constatées en filons, leur examen microscopique montre qu'elles sont formées exclusivement de petits cristaux de hornblende verte, disséminés dans une masse kaolinique primitivement feldspathique, qui prédomine toujours sur l'élément noir. Nous renverrons d'ailleurs aux paragraphes précédents pour la description détaillée de ces roches. Nous avons également rencontré au Katéchersky des roches assez curieuses, qui, à la vérité n'ont pas été trouvées en place, de sorte qu'il est difficile de se prononcer sur leur origine, mais qui selon toute vraisemblance doivent appartenir à la catégorie des roches filonniennes. A l'œil nu elles sont d'un vert noirâtre, et d'un grain toujours fin. Sous le microscope, ces roches sont formées par un agrégat grenu de cristaux de hornblende, réunis à quelques petites lamelles de mica noir, toujours très rare. La hornblende est allongée selon la zone du prisme, les clivages m = (110) y sont

nets, les mâcles $h^1 = (100)$ rares. L'allongement est positif, sur $g^1 = (010)$, l'extinction de n_g se fait à 22° de l'allongement, le plan des axes est parallèle à $g^1 = (010)$ la bissectrice aiguë est négative, l'angle des axes est grand, la biréfrigence $n_g—n_p =$ 0,023, quant au polychroïsme, il est faible et se fait comme suit: $n_g =$ vert très pâle, $n_p =$ vert jaunâtre presque incolore. La hornblende renferme quelques rares inclusions de magnétite. La biotite est toujours considérablement réduite par rapport à la hornblende et se trouve seulement sur certains points, partout on peut constater qu'elle moule nettement la hornblende et lui est certainement postérieure. Cette biotite est de couleur rougeâtre, fortement polychroïque, et présente les caractères optiques précédemment décrits à propos de ce minéral; elle se chloritise parallèlement à $p = (001)$, la chlorite qui en résulte est incolore. Cette roche ne paraît pas avoir renfermé de feldspath ou si toutefois cet élément a existé, il était en tout cas fort rare; nous considérons cette variété comme une hornblendite, et nous pensons qu'elle est filonnienne. Son amphibole par la faiblesse de son polychroïsme et par son habitus, paraît être différente de celle que l'ont trouve dans les gabbros ouralitisés.

§ 8. *Considérations générales relatives au Katéchersky.*

Les paragraphes qui précèdent ont montré l'uniformité pétrographique des différentes roches rencontrées au Katéchersky. Toute cette montagne d'un bout à l'autre est donc bien formée par des gabbros ouralitisés qui constituent ainsi un massif intercalé entre les pyroxénites de Koswinsky, et les roches analogues qui forment le Tilaï et dont nous parlerons plus tard. Si l'on tient compte du fait que sur la ligne de partage des eaux de la petite Koswa et de la rivière Kitlim nous avons trouvé des roches identiques à celles du Katéchersky et qu'au Kitlimsky-Ouwal les variétés dynamo-métamorphiques observées se rattachent toujours au même type pétrographique, il paraît donc à peu près évident que le dôme de koswite qui forme le Koswinsky proprement dit est circonscrit sur ses flancs nord, nord-est, est, et en partie sud-est, par des gabbros ouralitisés qui représentent dans leur ensemble un magma plus feldspathique, plus pauvre en magnésie, plus riche en alumine et légèrement alcalifère. Or, sur les flancs sud, sud-ouest et ouest, nous avons vu que la koswite est également flanquée d'une ceinture de gabbros plus basiques évidemment que ceux du Katéchersky, mais qui n'en constituent pas moins un type alcalifère différent de la koswite; on peut donc se représenter le massif du Koswinsky comme formé par une boutonnière de koswite affleurant au centre d'une ceinture de gabbros variés qui représente peut-être un second produit différencié au détriment d'un même magma initial.

Genève, juin 1902.

TABLE DES MATIÈRES

TROISIÈME PARTIE

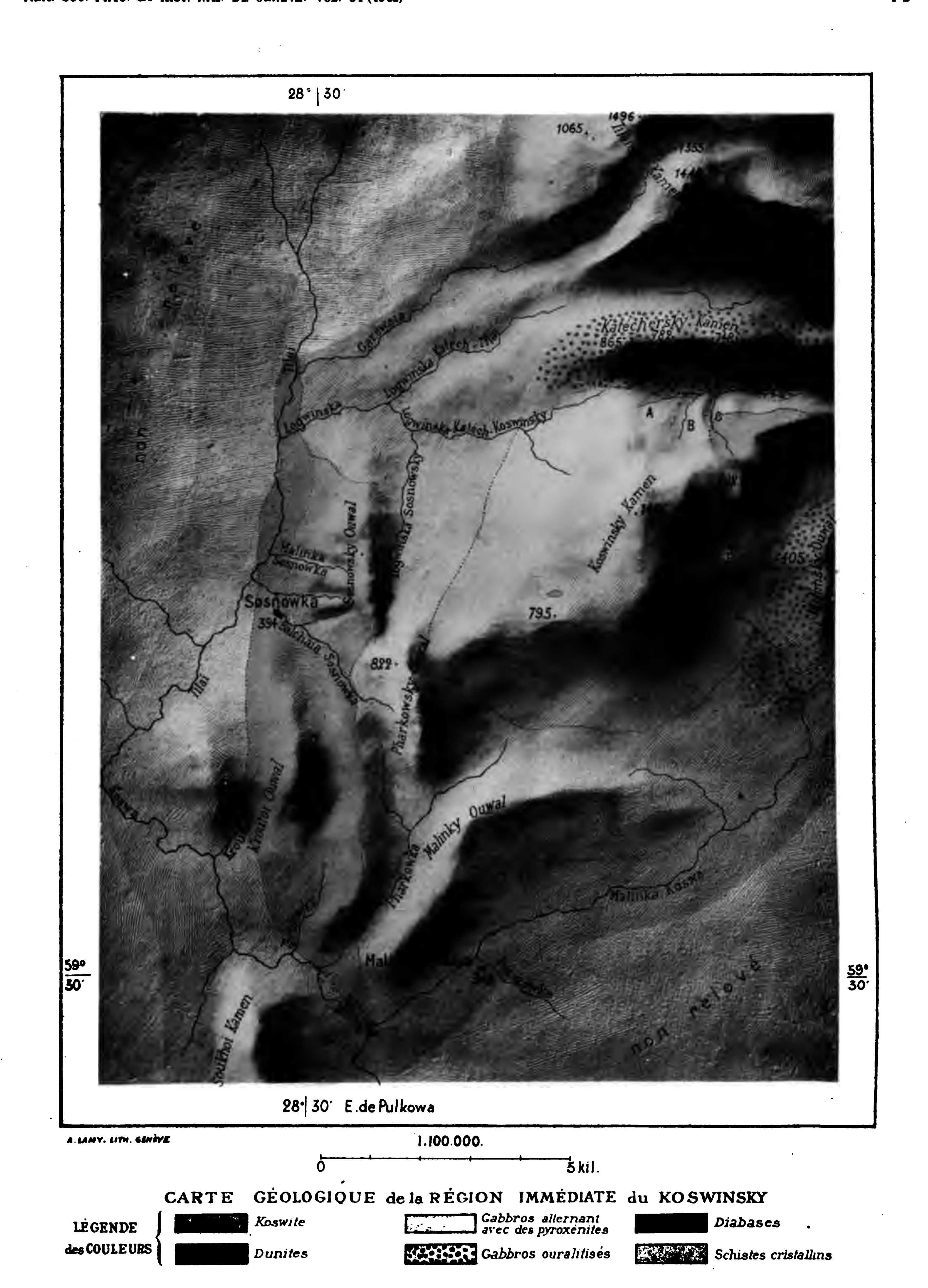
LA MONTAGNE DU KATÉCHERSKY

EXPLICATION DE LA PLANCHE 1

La carte du Koswinsky que nous avons coloriée géologiquement, est la reproduction photographique d'un relief sur plâtre, exécuté par M. Perron, l'auteur du grand relief de la Suisse de $\frac{1}{100000}$, d'après les indications que nous lui avons fournies. Nous avons pris comme canevas topographique la position des rivières de la contrée, telle qu'elle est donnée sur la carte $\frac{1}{420000}$ de Russie, en complétant ces données, souvent trop incertaines ou inexactes, par de nombreuses observations nouvelles, par la détermination de cotes barométriques, et surtout par des photographies prises depuis des points très différents. Cette carte, comme on le comprendra aisément, ne peut avoir dans ces conditions la prétention de réaliser une grande exactitude topographique, nous pouvons seulement affirmer qu'elle reproduit avec une grande vérité l'aspect de la contrée et les formes caractéristiques du terrain ; on pourra d'ailleurs s'en convaincre en comparant cette carte avec les différentes vues du Koswinsky reproduites dans cet ouvrage. Pour la construction du relief, on a pris les hauteurs normales qui n'ont point été exagérées, les cotes prises comme base sont celles marquées sur la carte; quant aux contours géologiques ils ont été fixés aussi exactement que possible, vu l'état du sol.

Nous tenons à remercier ici M. Perron du concours efficace qu'il a bien voulu prêter pour mener à bien la difficile entreprise de représenter la topographie d'une contrée avec les bases que nous avions et bien que sa réputation ne soit plus à faire, nous nous plaisons à reconnaître l'intelligence qu'il a apportée à interpréter, sur quelques données seulement, les formes du terrain dans une région qui lui était totalement inconnue.





CARTE GÉOLOGIQUE de la RÉGION IMMÉDIATE du KOSWINSKY

LÉGENDE des COULEURS: *Koswite* — *Dunites* — *Gabbros alternant avec des pyroxénites* — *Gabbros ouralitisés* — *Diabases* — *Schistes cristallins*

EXPLICATION DE LA PLANCHE 2

N° 7. Koswite en lumière polarisée : grossissement = 13 diam.

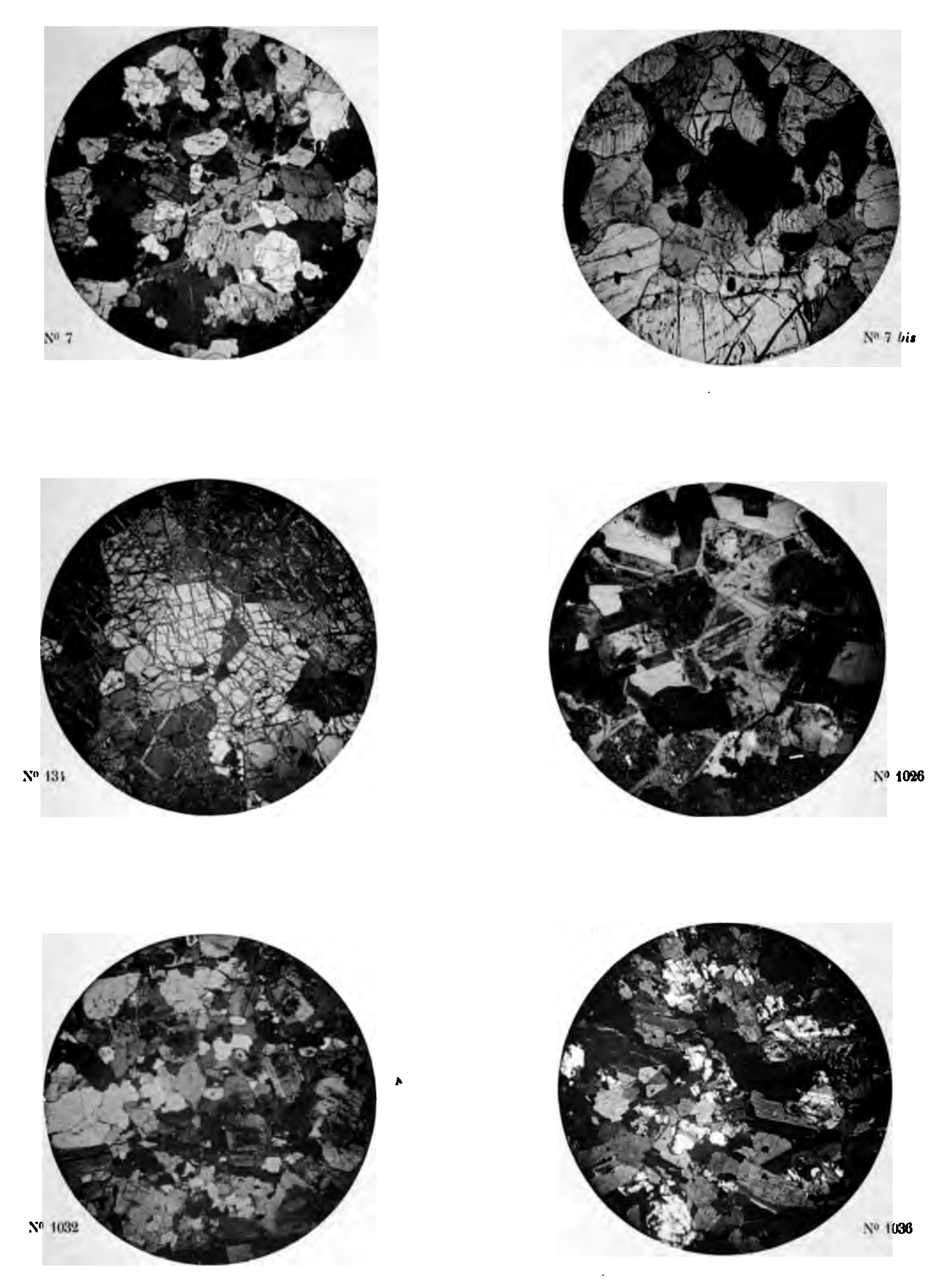
N° 7. Koswite en lumière naturelle : grossissement = 37 diam. La préparation montre la hornblende enveloppant la magnétite et moulant directement les pyroxènes.

N° 134. Dunite massive, lumière polarisée : grossissement = 13 diam. Olivine avec développement de fissures serpentineuses; dans l'olivine, grains de fer chromé.

N° 1026. Plagiaplite en lumière polarisée : grossissement = 13 diam. Les plagioclases à centre kaolinisé et à bordure fraiche y sont moulés par le quartz.

N° 1032 Plagiaplite micacée (plagiogranulite filonnienne) en filons dans la dunite massive. Lumière polarisée : grossissement = 13 diam.

N° 1036. Diorite anorthique filonienne en lumière polarisée : grossissement = 13 diam.



Louis Duparc et Francis Pearce. Recherches pétrographiques sur l'Oural. (Pl. 2)

EXPLICATION DE LA PLANCHE 3

N° 32. Gabbro à olivine du Pharkowsky-Ouwal en lumière polarisée : grossissement = 22 diam. La préparation montre le diallage et l'olivine en cristaux de grande taille disséminés dans une masse plus finement grenue formée par les mêmes éléments, le feldspath en plus.

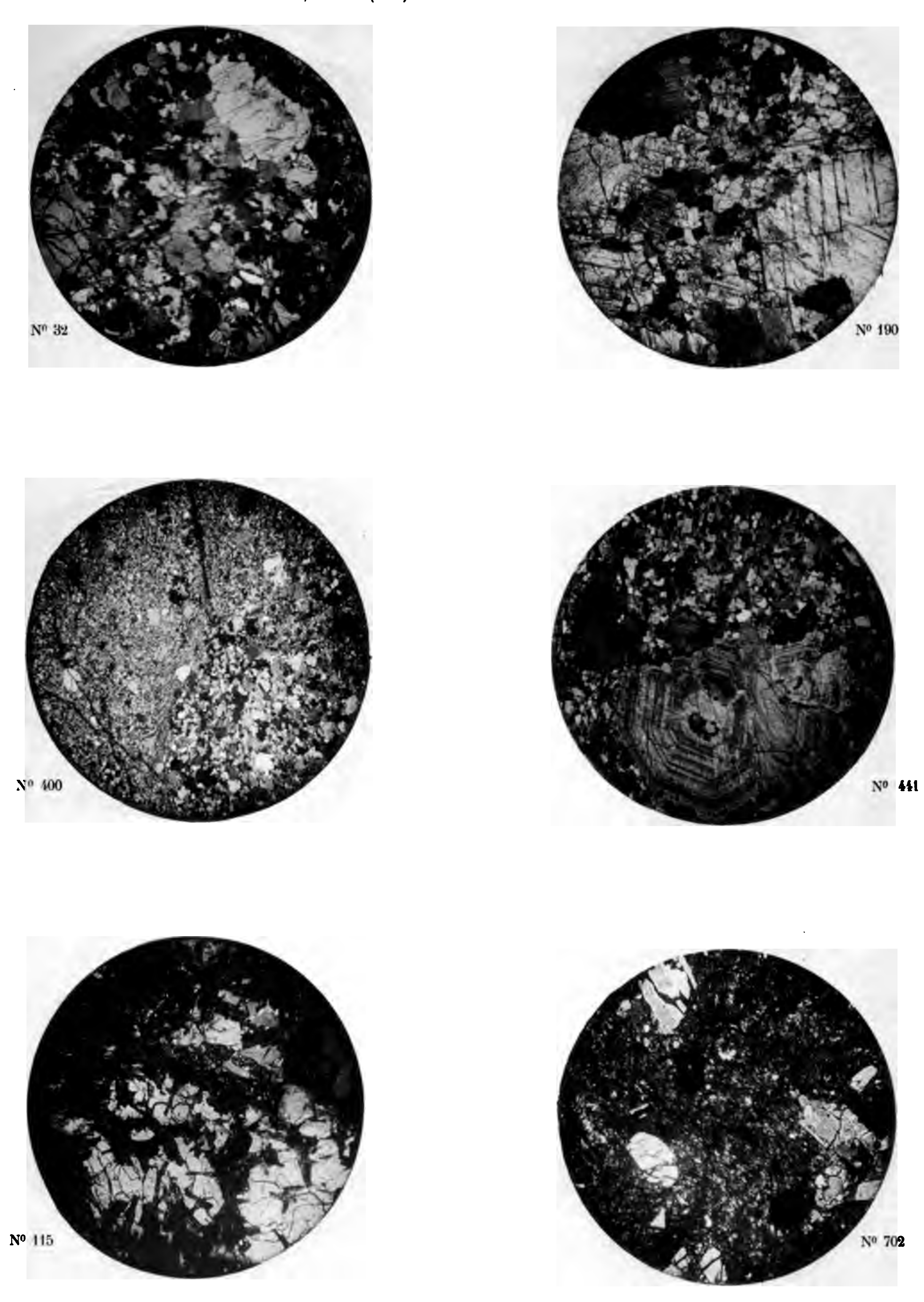
N° 190. Pyroxénite berges de Logwinska. Lumière polarisée : grossissement = 13 diam. L'échantillon montre les grands cristaux de pyroxène et d'olivine dispersés dans une masse réduite, panidiomorphe grenue, formée des mêmes éléments.

N° 400. Micropyroxénite provenant du Pharkowsky-Ouwal, lumière polarisée : grossissement = 13 diam.

N° 441. Microgabbro-porphyrique provenant du Pharkowsky-Ouwal : grossissement = 13 diam. Lumière polarisée. La coupe montre les grands cristaux chargés d'inclusions du pyroxène, disséminés dans la pâte holocristalline grenue.

N° 115. Diabase du Kroutoï-Ouwal (type doléritique) : grossissement = 13 diam. Lumière polarisée. La coupe montre les plages ophitiques de l'augite dispersées dans une masse kaolinique provenant de la décomposition des feldspaths.

N° 702. Diabase du Kroutoï-Ouwal (type basaltite) : grossissement = 22 diam. Lumière polarisée. La préparation montre quelques phénocristaux d'augite disséminés dans une masse séricito-kaolinique provenant de la décomposition de la pâte.



Louis Duparc et Francis Pearce. Recherches pétrographiques sur l'Oural. (Pl. 3)

EXPLICATION DE LA PLANCHE 4

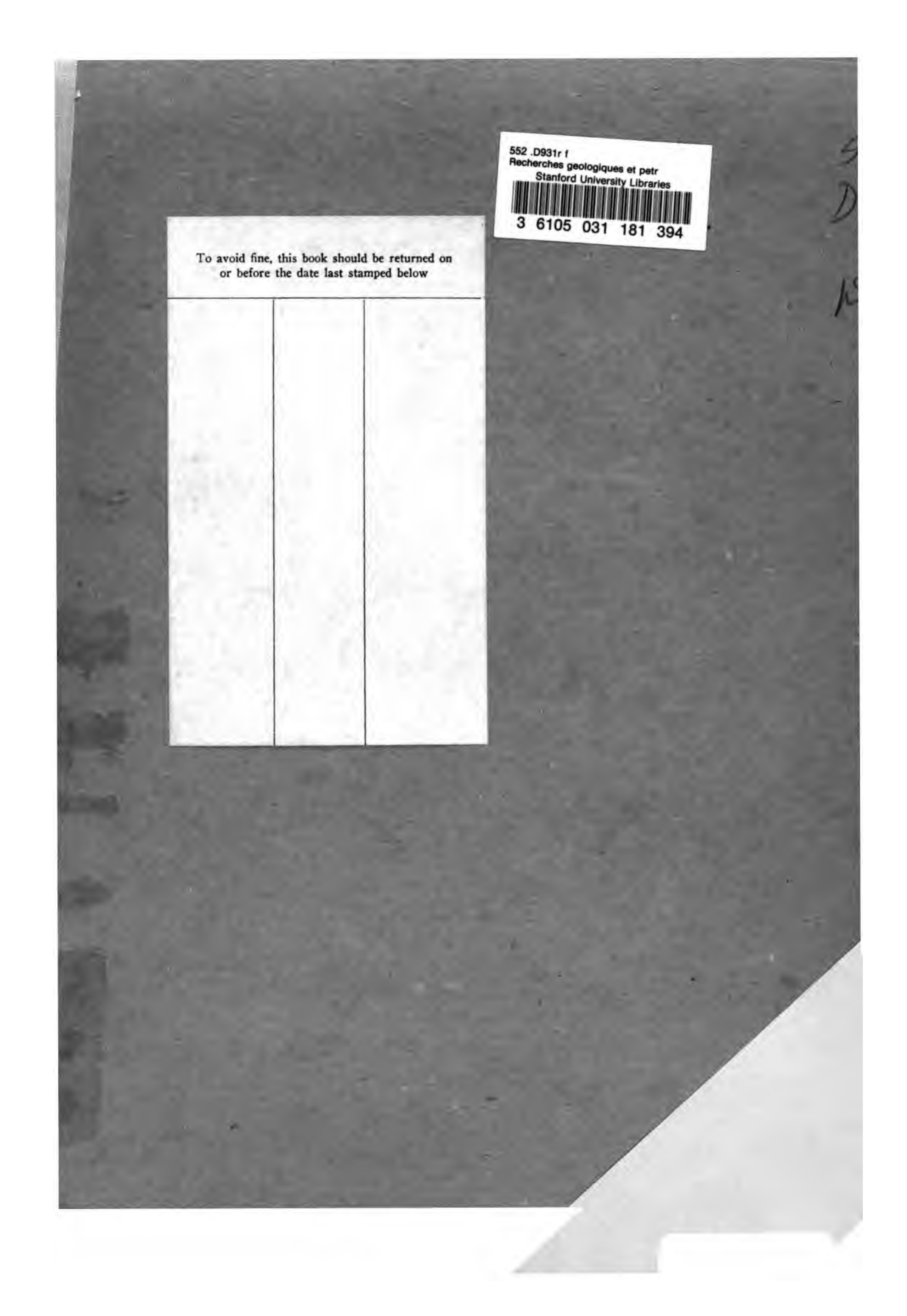
N° 70. Diabase de Kroutoï-Ouwal (type andésitique porphyrique) : grossissement = 13 diam. Lumière polarisée. La coupe montre des phénocristaux de plagioclase disséminés dans une pâte microlithique altérée.

N° 1015. Gabbro ouralitisé du Katéchersky, type à grain grossier, avec mica : grossissement = 13 diam. Lumière polarisée. La coupe montre des plages corrodées de mica noir d'amphibole et de quartz, disséminées dans une masse kaolinique résultant de la décomposition du feldspath.

N° 1048. Gabbro ouralitisé du Katéchersky : type grossièrement grenu : grossissement = 13 diam. Lumière polarisée. Plages et ouralitisation à associations d'individus grenus de hornblende, disséminées dans une masse kaolinique remplaçant le feldspath.

N° 1018. Gabbro ouralitisé du Katéchersky : grossissement = 13 diam. Lumière polarisée. Plages de diallage persillées d'amphibole d'ouralitisation.

N° 1046. Gabbro ouralitisé du Katéchersky. Type à grain fin : grossissement = 22 diam. Lumière polarisée.


552 .D931r f
Recherches geologiques et petr
Stanford University Libraries
3 6105 031 181 394
To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below